



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 005 359 T2 2007.12.06**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 683 212 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 51/30 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 005 359.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2004/034776**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 795 879.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/048370**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.10.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **26.05.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2006**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.12.2007**

(30) Unionspriorität:
700916 04.11.2003 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Eastman Kodak Co., Rochester, N.Y., US

(72) Erfinder:
**BEGLEY, William James, Webster, NY 14580, US;
HATWAR, Tukaram Kisan, Penfield, NY 14526, US;
RAJESWARAN, Manju, Fairport, NY 14450, US;
GIESEN, David John, Webster, NY 14580, US;
ANDRIEVSKY, Natasha, Webster, NY 14580, US**

(74) Vertreter:
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **ORGANISCHES ELEMENT FÜR ELEKTROLUMINESZENZ-BAUELEMENTE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine organische Leuchtdioden-Elektrolumineszenzvorrichtung (OLED) (EL) mit einer Leuchtschicht, die eine Rubrendotierungsverbindung enthält, welche ein verzweigtes Alkyl oder eine nicht aromatische carbocyclische Gruppe enthält, die an den Endringen des Naphthacenkerns angelagert ist.

[0002] Elektrolumineszenzvorrichtungen (EL) sind zwar bereits seit über zwei Dekaden bekannt, aber ihre eingeschränkte Leistung stellte bislang eine Barriere gegenüber vielen wünschenswerten Anwendungen dar. In ihrer einfachsten Form umfasst eine EL-Vorrichtung eine Anode für die Lochinjektion, eine Kathode für die Elektroneninjektion und ein organisches Medium, das zwischen diesen Elektroden angeordnet ist, um die Ladungsrekombination zu unterstützen, die eine Lichtemission bewirkt. Diese Vorrichtungen werden allgemein auch als organische Leuchtdioden oder OLEDs bezeichnet. Beschreibungen früherer organischer Elektrolumineszenzvorrichtungen finden sich bei Gurnee et al. in US-A-3,172,862, erteilt am 9. März 1965, bei Gurnee in US-A-3,173,050, erteilt am 9. März 1965, bei Dresner in, „Double Injection Electroluminescence in Anthracene“, RCA Review, Band 30, S. 322-334, 1969 und bei Dresner in US-A-3,710,167, erteilt am 9. Januar 1973. Die organischen Schichten in diesen Vorrichtungen, die normalerweise aus einem polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoff zusammengesetzt sind, waren sehr dick (wesentlich dicker als 1 μm). Daher waren die Betriebsspannungen oft sehr hoch, häufig >100 V.

[0003] Jüngere Elektrolumineszenzvorrichtungen enthalten ein organisches Elektrolumineszenzelement, das aus extrem dünnen Schichten (z.B. $< 1,0$ μm) zwischen Anode und Kathode besteht. Hier umfasst das organische Elektrolumineszenzelement die Schichten zwischen den Anoden- und Kathodenelektroden. Durch Verringerung der Dicke konnte der Widerstand der organischen Schicht gesenkt werden, so dass Vorrichtungen möglich wurden, die mit einer viel niedrigeren Spannung arbeiten. In einer einfachen zweischichtigen Struktur der Elektrolumineszenzvorrichtung, wie zuerst in US-A-4,356,429 beschrieben, ist eine der Anode benachbarte organische Schicht des Elektrolumineszenzelements speziell ausgewählt, um Löcher zu transportieren, weshalb diese als Lochtransportschicht bezeichnet wird, während die andere organische Schicht speziell ausgewählt ist, um Elektronen zu transportieren, weshalb diese als Elektronentransportschicht bezeichnet wird. Die Schnittstelle zwischen den beiden Schichten stellt einen effizienten Ort für die Rekombination der injizierten Loch-/Elektronenpaare und für die resultierende Elektrolumineszenz bereit.

[0004] Es wurden zudem dreischichtige Elektrolumineszenzvorrichtungen vorgeschlagen, die eine organische Leuchtschicht (Light-Emitting Layer/LEL) zwischen der Lochtransportschicht und der Elektronentransportschicht enthalten, wie von Tang et al beschrieben [J. Applied Physics, Band 65, S. 3610-3616, 1989]. Die Leuchtschicht besteht üblicherweise aus einem Hostmaterial, das mit einem Gastmaterial dotiert ist, was zu einer effizienten Verbesserung führt und eine Farbabstimmung ermöglicht.

[0005] Wegen dieser frühen Erfindungen wurden weitere Verbesserungen der Materialien der Vorrichtung möglich, was zu einer verbesserten Leistung in Bezug auf die Attribute Farbe, Stabilität, Helligkeitsausbeute und Fertigungsfähigkeit führte, wie z.B. unter anderem in US-A-5,061,569, US-A-5,409,783, US-A-5,554,450, US-A-5,593,788, US-A-5,683,823, US-A-5,908,581, US-A-5,928,802, US-A-6,020,078 und US-A-6,208,077 beschrieben.

[0006] Ungeachtet dieser Entwicklungen besteht weiterhin Bedarf nach Komponenten von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen, wie beispielsweise Dotierungen, die hohe Helligkeitsausbeute in Verbindung mit hoher Farbreinheit und langer Lebensdauer bieten.

[0007] Eine geeignete Klasse von Dotierungen sind die Derivate von 5,6,11,12-Tetraphenyl-naphthacen, auch als Rubren bezeichnet. Die Lösungsspektren dieser Materialien sind normalerweise durch die Wellenlänge der maximalen Emission gekennzeichnet, auch als Emission λ_{max} bezeichnet, und zwar in einem Bereich von 550-560 nm, und sie vermögen in organischen EL-Vorrichtungen in Kombination mit Dotierungen in anderen Schichten weißes Licht zu erzeugen. Der Bereich des von Dotierungen, die Rubrenderivate sind, emittierten Lichts schränkte allerdings die Reinheit des in solchen OLEDs erzeugten weißen Lichts ein. Um OLEDs zu erhalten, die weißes Licht mit höherer Reinheit erzeugen, muss man in der Lage sein, den Bereich der maximalen Emission, λ_{max} , der von Rubren abgeleiteten Dotierungen zu erhöhen, so dass sie spektral auf die Emission von Dotierungen in den anderen lichterzeugenden Schichten abgestimmt werden können. Geeignete Dotierungen sind solche, die in Lösung Licht im Bereich von 563-650 nm und insbesondere im Bereich von 565-600 nm emittieren, einen guten Wirkungsgrad aufweisen und gut sublimieren.

[0008] Gelbes Licht ist im Allgemeinen so definiert, dass es einen Wellenlängenbereich im sichtbaren Bereich

des elektromagnetischen Spektrums von 570-590 nm aufweist, wogegen orangefarbenes Licht Wellenlängen im Bereich von 590-630 nm und rotes Licht im Bereich von 630-700 nm aufweist, wie von Dr. R.W.G.Hunt in *The Reproduction of Colour in Photography, Printing & Television*, 4. Auflage 1987, Fountain Press, Seite 4 definiert. Wenn Licht ein Spektralprofil aufweist, das diese Bereiche in gleich welchem Maße überlagert, spricht man gängigerweise von gelborange oder orangerot.

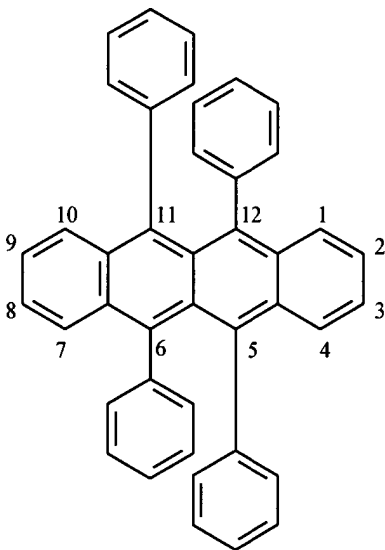
[0009] US-A-6,387,547; US-A-6,399,223; EP 1,148,109A2; JP20001156290A und JP 04335087 beschreiben die Verwendung von Rubrenderivaten, die entweder 2 Phenylgruppen an einem Endring der Rubrenstruktur oder 4 Phenylgruppen an beiden Endringen enthalten. Es gibt keine Beschreibung einzelner verzweigter Alkyl- oder nichtaromatischer carbocyclischer Gruppen an jedem Endring der Rubrenstruktur.

[0010] Die Publikation „A New Yellow Fluorescent Dopant for High-Efficiency OLEDs“, 11. Internationaler Workshop zu anorganischer und organischer Elektrolumineszenz & 2002 Internationale Konferenz zur Wissenschaft und Technologie von Strahlungsanzeigen und Beleuchtung, September 2002, Sitzung 4, EI2002 Gent, Gent University, Gent, Belgien, beschreibt das Rubrenderivat TBRb. Die beschriebene TBRb-Verbindung ist eine gelb fluoreszierende Dotierung für OLED-Vorrichtungen.

[0011] Diese Rubrenderivate erzeugen jedoch nicht die gewünschte Emission λ_{\max} . Vorrichtungen, die diese Rubrenderivate enthalten, ermöglichen somit keine weißen OLED-Vorrichtungen mit hoher Farbreinheit.

[0012] Es besteht Bedarf nach einer Dotierungsverbindung für eine Leuchtschicht einer OLED-Vorrichtung, die eine Weißlichreinheit und eine hohe Helligkeitsausbeute bietet.

[0013] Eine OLED-Vorrichtung mit einer Leuchtschicht (LEL/Light Emitting Layer), welche ein Wirts- und ein Dotierungsmittel enthält, das zwischen einer Kathode und einer Anode angeordnet ist, worin das Dotierungsmittel ein orange-/rotfarbenes, lichtemittierendes Rubrenderivat ist, wie durch folgende Formel (I) dargestellt:



Formel (I)

worin:

- sich an den Positionen 2 und 8 identische verzweigte Alkyl- oder nicht aromatische carbocyclische Gruppen befinden;
- die Phenylringe an den Positionen 5 und 11 nur Parasubstituenten enthalten, die mit den verzweigten Alkyl- oder nicht aromatischen carbocyclischen Gruppen in Absatz a) identisch sind; und
- die Phenylringe in den Positionen 6 und 12 substituiert sind.

[0014] Die Erfindung stellt zudem eine Anzeige bereit, die eine derartige Vorrichtung und ein Verfahren zur Bebilderung einer derartigen Vorrichtung umfasst.

[0015] Eine derartige Vorrichtung weist eine langwellige Elektrolumineszenz auf, die für die Erzeugung hochreinen weißen Lichts wünschenswert ist.

[0016] Die Erfindung wird im folgenden anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht einer typischen OLED-Vorrichtung, in der die Erfindung verwendbar ist.

[0019] Die Erfindung wurde vorstehend allgemein beschrieben.

[0020] Eine erfindungsgemäße OLED-Vorrichtung ist eine mehrschichtige Elektrolumineszenzvorrichtung mit einer Kathode, einer Anode, Ladungsinjektionsschichten (sofern erforderlich), Ladungstransportschichten und einer Leuchtschicht (LEL), die ein Wirts- und mindestens ein Dotierungsmittel, ein Rubrenderivat, umfasst. Der Begriff Rubren bezieht sich auf ein 5,6,11,12-Tetraphenylnaphthacen, wie definiert im Grant & Hackh's Chemical Dictionary, 5. Auflage, McGraw-Hill Book Company, Seite 512, und im Dictionary of Organic Compounds, 5. Auflage, Chapman and Hall, Band 5, Seite 5297. Der Begriff Naphthacen ist der chemische Name, der zur Beschreibung von vier linear kondensierten Benzenringen verwendet wird, wie definiert im Grant & Hackh's Chemical Dictionary, 5. Auflage, McGraw-Hill Book Company, Seite 383.

[0021] Die Leuchtschicht der Vorrichtung umfasst ein Wirts- und Dotierungsmittel, wobei das Dotierungsmittel in einer Menge von bis zu 10 Gew.-% des Wirtsmaterials vorhanden ist, normalerweise von 0,1-5,0 Gew.-% des Wirtsmaterials. Eine geeignete Dotierung ist ein 5,6,11,12-Tetraphenylnaphthacen mit verzweigten Alkylgruppen an Stellung 2,8 des Naphthacens und ein 5,6,11,12-Tetraphenylnaphthacen mit nicht aromatischen carbocyclischen Gruppen an Stellung 2,8 des Naphthacens. Gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die Phenyl-, Alkyl- oder carbocyclischen Gruppen substituiert werden, insbesondere wenn die Substituentengruppen Fluorgruppen, fluorhaltige Gruppen, Alkyl-, Aryl-, Alkoxy- oder Aryloxygruppen sind.

[0022] Geeignete erfindungsgemäße Dotierungen sind solche, die Licht in Ethylacetatlösung abstrahlen, so dass $563\text{nm} < \lambda_{\text{max}} \leq 650\text{nm}$ und vorzugsweise $565\text{nm} < \lambda_{\text{max}} \leq 625\text{nm}$, und die einen guten Wirkungsgrad aufweisen. Kombiniert mit anderen Leuchtdotierungen sind die erfindungsgemäßen Dotierungen verwendbar, um weißes Licht zu erzeugen. Die übrigen Leuchtdotierungen sind normalerweise Dotierungen, die blaues oder blaugrünes Licht emittieren.

[0023] Blaues Licht ist im Allgemeinen so definiert, dass es einen Wellenlängenbereich im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums von 450-480 nm aufweist, wogegen blaugrünes Licht Wellenlängen im Bereich von 480-510 nm und grünes Licht im Bereich von 510-550 nm aufweist, grünelbliches Licht im Bereich 550-570 nm, gelbes Licht im Bereich 570-590 nm, orangefarbenes Licht im Bereich 590-630 nm und rotfarbendes Licht im Bereich 630-700 nm, wie von Dr. R.W.G.Hunt in The Reproduction of Colour in Photography, Printing & Television, 4. Auflage 1987, Fountain Press, Seite 4, definiert. Geeignete Kombinationen dieser Komponenten erzeugen weißes Licht.

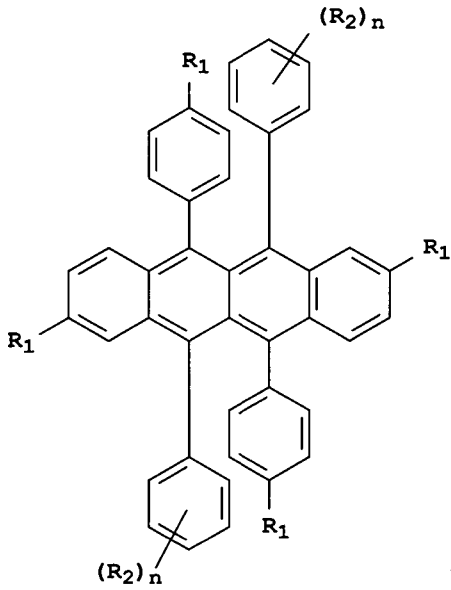
[0024] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst zusätzliche Schichten mit Dotierungen, deren Licht in Kombination mit dem orangefarbenen Licht des Rubrenderivats zusammen weißes Licht erzeugt. Derartige zusätzliche Dotierungen können so gewählt werden, dass sie blaues oder blaugrünes Licht emittieren.

[0025] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wenn zusätzliche Schichten vorhanden sind, so dass das emittierte Licht weiß ist, kann ein Filter, das die Spektralkomponenten des weißen Lichts, wie beispielsweise rot, grün und blau, zu kontrollieren vermag, die Vorrichtung überlagernd angeordnet werden, so dass eine für die Farbanzeige verwendbare Vorrichtung entsteht. In geeigneter Weise umfasst jede Leuchtschicht der Vorrichtung ein Wirts- und Dotierungsmittel, wobei das Dotierungsmittel in einer Menge von bis zu 10 Gew.-% des Wirtsmaterials vorhanden ist, normalerweise von 0,1-5,0 Gew.-% des Wirtsmaterials.

[0026] Der von dem Dotierungsmittel vermittelte Vorteil ist offenbar nicht wirtsspezifisch. Wünschenswerte Wirtsmaterialien sind u.a., aber nicht abschließend, solche, die auf Aminverbindungen beruhen. Ein konkretes Beispiel eines Wirtsmaterials ist N,N'-Di-1-Naphthalenyl-N,N'-Diphenyl-4,4'-Diaminobiphenyl (NPB).

[0027] Ausführungsbeispiele der in der Erfindung geeigneten Dotierungsmittel erzeugen ein abgestrahltes Licht mit einem orangefarbenen Farbton. In Kombination mit den erfindungsgemäßen Dotierungsmitteln bewirken zusätzliche Dotierungsmittel, die blaues oder blaugrünes Licht in zusätzlichen Schichten abstrahlen, die Erzeugung von weißem Licht. Substituenten der erfindungsgemäßen Dotierungsmittel werden derart ausgewählt, dass Ausführungsformen entstehen, die im Vergleich mit der Vorrichtung, die keine Rubrenverbindung enthält, einen reduzierten Ausgangshelligkeitsverlust aufweisen.

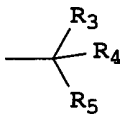
[0028] Formel (II) stellt in der Erfindung verwendbare Verbindungen dar:



Formel (II)

worin

R_1 dargestellt wird durch die Formel;



worin jeweils R_3 , R_4 und R_5 für Wasserstoff oder einen unabhängig ausgewählten Substituenten stehen, wovon maximal einer Wasserstoff ist oder worin R_3 , R_4 und R_5 zusammengenommen ein mono- oder multizyklisches Ringsystem bilden können;

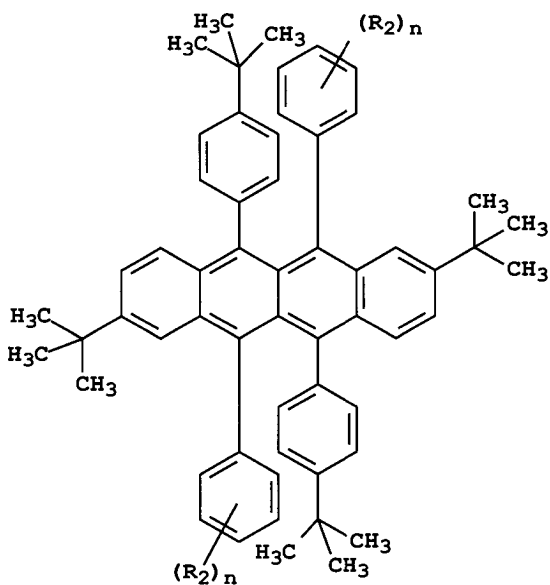
R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 1-5 steht;

vorausgesetzt, alle Gruppen R_1 sind gleich; und

weiter vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und ihr Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

[0029] Ein besonders geeignetes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird durch Formel (III) dargestellt:



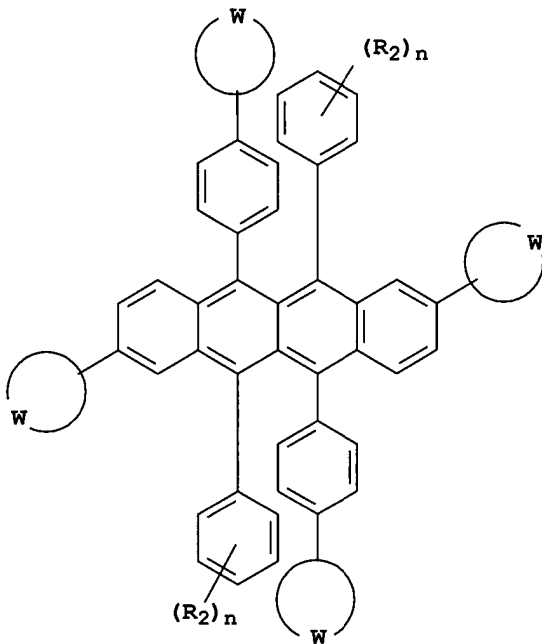
(Formel III)

worin

R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 1-5 steht; und
vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und der Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

[0030] Ein weiteres geeignetes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird durch Formel (IV) dargestellt:



Formel (IV)

worin

W für die Atome steht, die notwendig sind, um eine nicht aromatische, heterozyklische oder nicht aromatische, carbozyklische Ringgruppe zu vervollständigen;

R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 0-5 steht; und

vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und der Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

[0031] In den für die Vorrichtung verwendbaren Formeln (II)-(IV) sind alle R_1 Gruppen gleich und möglichst verzweigte Alkyl-, nicht aromatische carbozyklische oder nicht aromatische heterozyklische Gruppen. Wenn R_1 eine verzweigte Alkylgruppe ist, sind besonders geeignete R_1 Gruppen Tertbutyl- oder Tertamylgruppen und können mit zusätzlichen Substituenten weiter substituiert werden. Besonders geeignete weitere Substituenten für die Alkylgruppen sind Flurogruppen oder fluorhaltige Gruppen, wie Trifluormethyl-, Pentafluorethyl- oder fluorierte Phenylgruppen. Wenn R_1 eine nicht aromatische carbozyklische Gruppe ist, können die Gruppen R_3 , R_4 und R_5 zusammen eine monozyklische Gruppe bilden, wie Cyclohexyl, oder sie können eine multizyklische Gruppe bilden, wie Adamantyl. In der Vorrichtung sind die R_2 Gruppen auf einer Phenylgruppe in Bezug auf Lage und Zahl die gleichen wie diejenigen auf der diagonal gegenüberliegenden Phenylgruppe. Die Bezeichnung „diagonal gegenüberliegende Phenylgruppe“ bezeichnet die Lage der Phenylgruppen auf dem Naphthalenkerneln. Die Phenylgruppen in der Stellung 5 und 11 oder in der Stellung 6 und 12 sind diagonal gegenüberliegend angeordnet. Die R_2 Gruppen sind aus der Gruppe ausgewählt, die aus Halogenid-, Alkyl-, Aryl-, Alkoxy- und Aryloxygruppen besteht. In einem geeigneten Ausführungsbeispiel sind die R_2 Gruppen aus der Gruppe ausgewählt, die aus Fluor-, Alkyl- und Arylgruppen besteht. Ein wünschenswertes Ausführungsbeispiel ist dasjenige, in dem R_2 Fluor oder eine fluorhaltige Gruppe ist, wie Trifluormethyl, Pentafluorethyl oder fluorierte Phenylgruppen. Die R_2 Gruppen können sich in der Ortho-, Meta und Para-Stellung auf dem Phenylring befinden, befinden sich aber vorzugsweise in der Meta- und Para-Position. Wenn R_2 Fluor ist, kann sich dies entweder in der Ortho-, Meta- oder Para-Position befinden, oder es kann sich in jeder Kombination dieser Positionen oder in allen diesen Positionen befinden.

[0032] Die Emissionswellenlänge dieser Verbindungen lässt sich zu einem gewissen Maße durch entsprechende Änderungen an den R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 und W Gruppen abstimmen, um einen Farbsollwert zu erreichen, namentlich orangefarben.

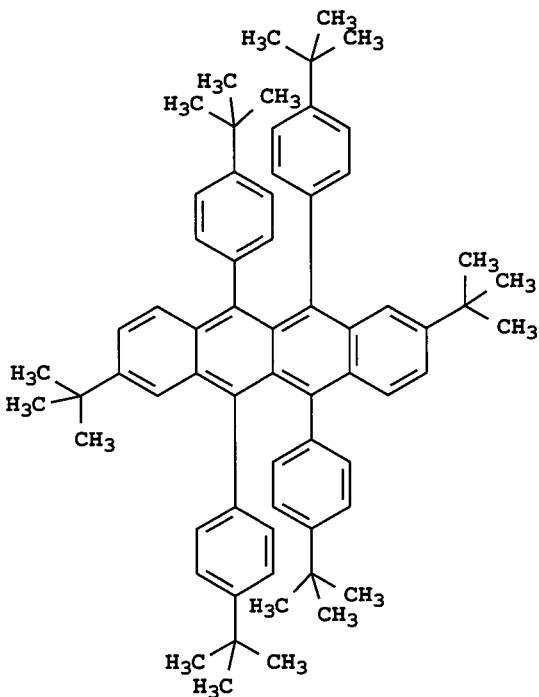
[0033] Die Rubrenverbindung wird normalerweise in einer Wirtsverbindung dotiert, die die Leuchtschicht zwi-

schen der Lochtransport- und der Elektronentransportschicht darstellt. Die Wirtsverbindung wird derart ausgewählt, dass eine genügende effiziente Energieübertragung von der Wirtsverbindung zur Rubrenverbindung stattfindet. Die Rubrenverbindung emittiert aus dem angeregten Zustand, um eine helle, hocheffiziente, stabile Elektrolumineszenzvorrichtung zu ermöglichen.

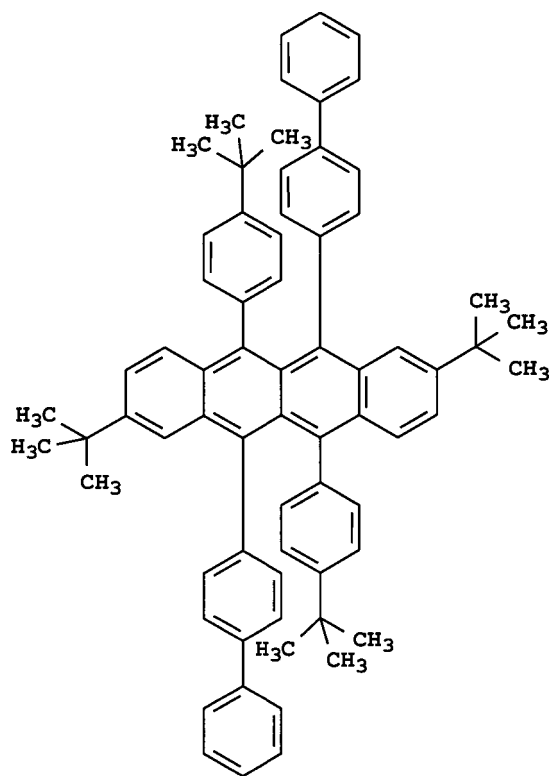
[0034] Die erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtung ist in jeder Vorrichtung verwendbar, in der eine Lichtemission erwünscht ist, also einer Lampe oder einer Komponente in einer Vorrichtung zur Abbildung von Stand- oder Laufbildern, wie einem Fernsehgerät, einem Mobiltelefon, einem DVD-Spieler oder einem Computerbildschirm.

[0035] Illustrative Beispiele für Rubrenverbindungen, die in der vorliegenden Erfindung verwendbar sind, sind u.a.:

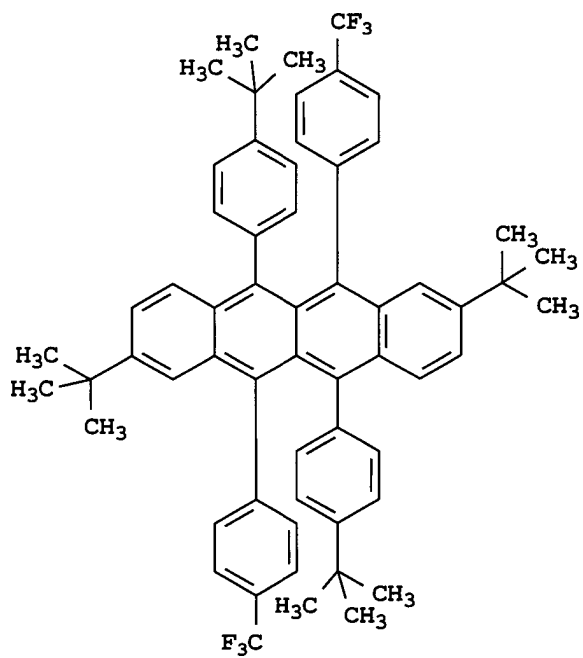
Inv-1



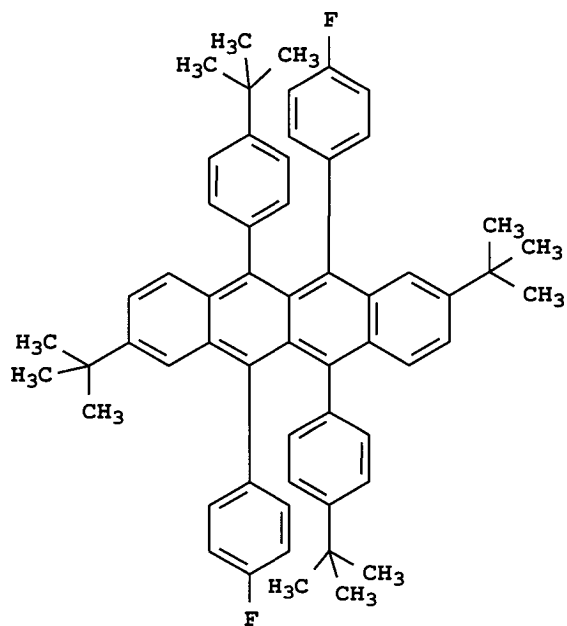
Inv-2



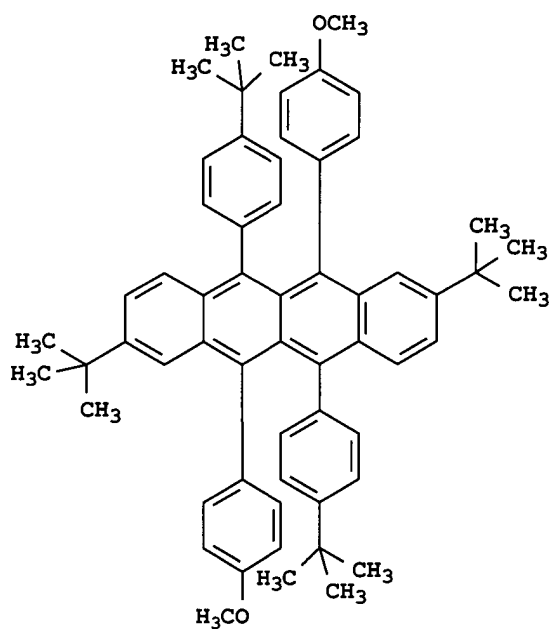
Inv-3



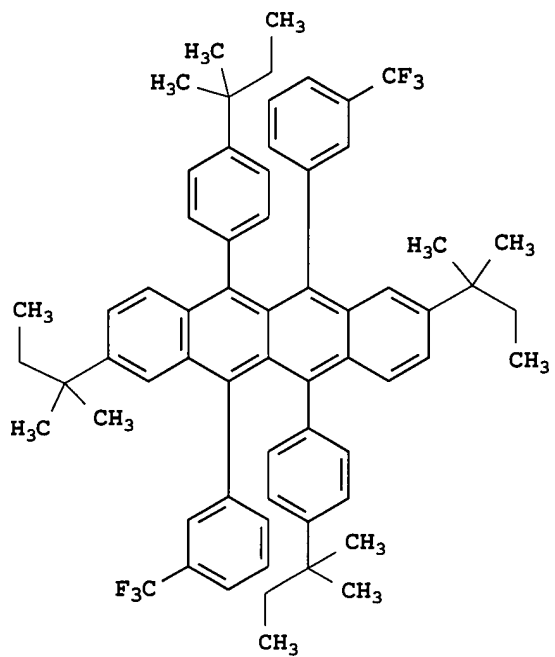
Inv-4



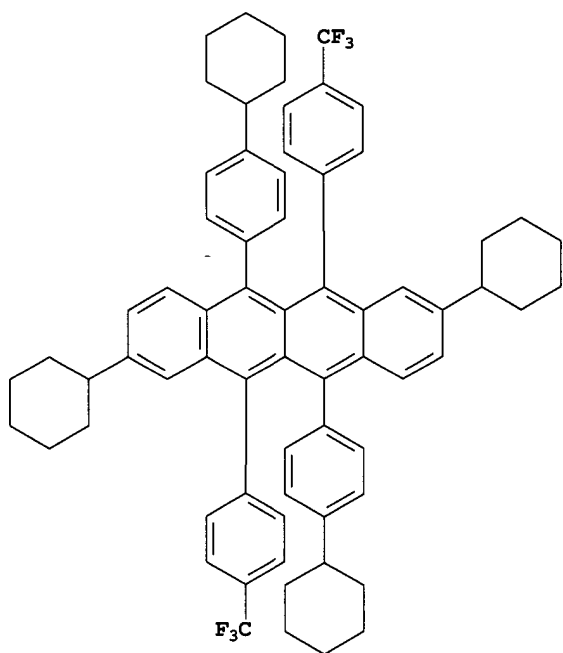
Inv-5



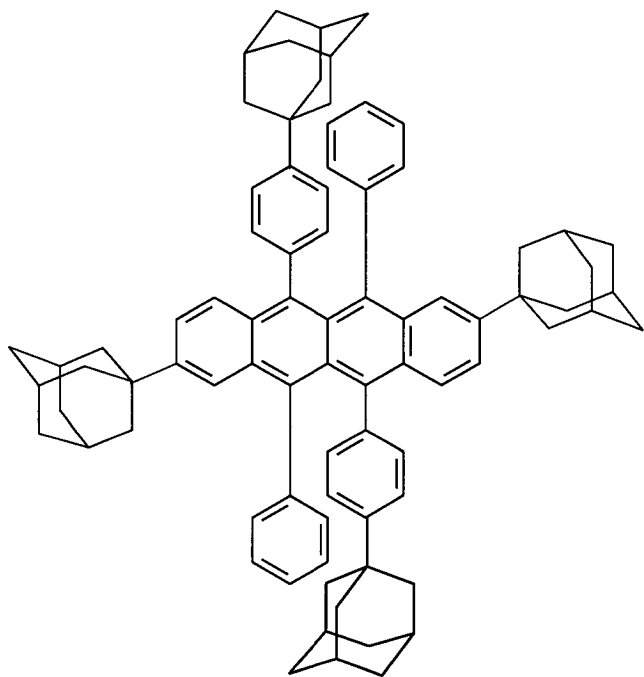
Inv-6



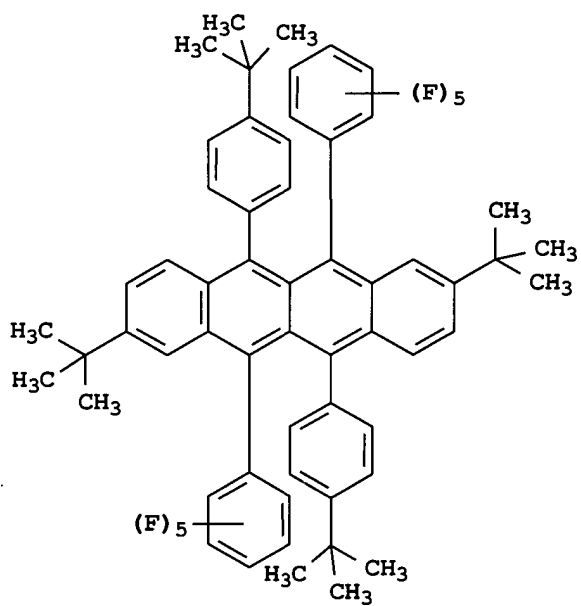
Inv-7



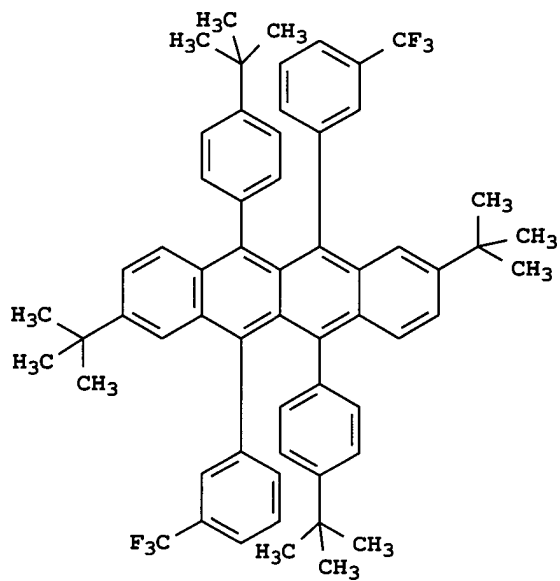
Inv-8



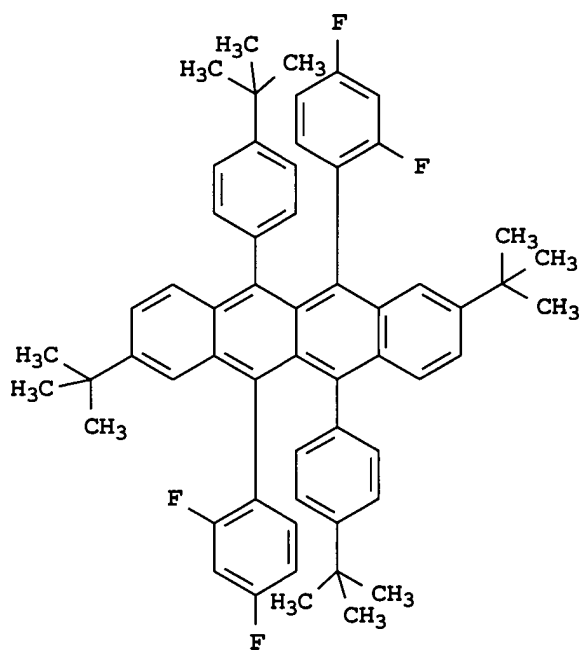
Inv-9



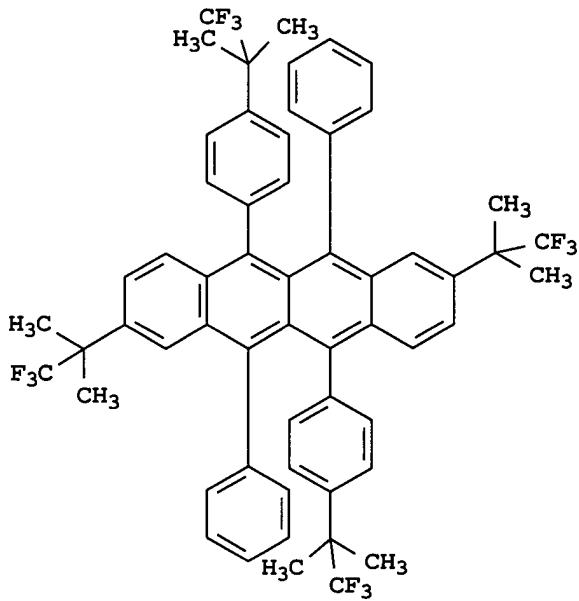
Inv-10



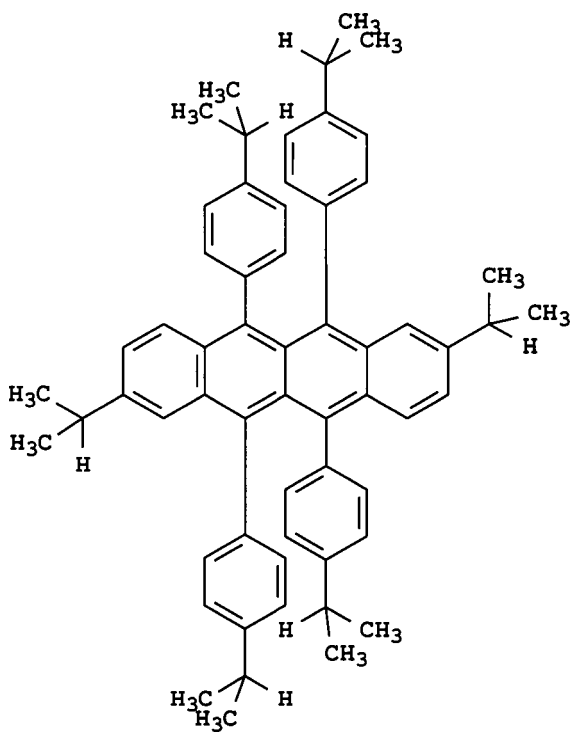
Inv-11

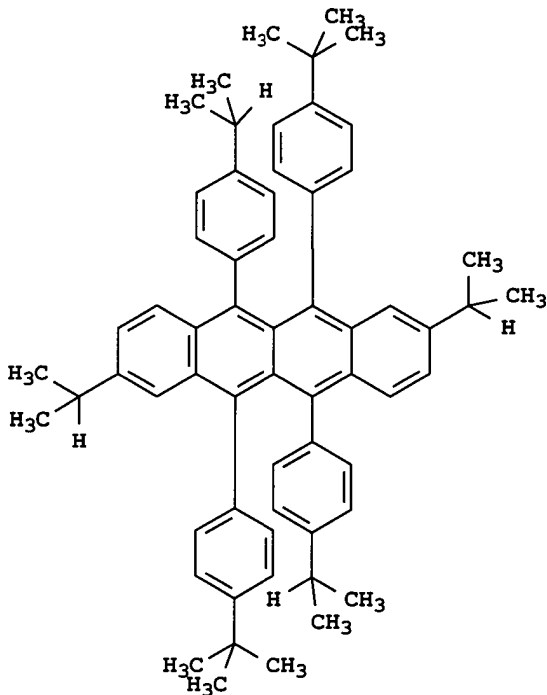


Inv-12



Inv-13





[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung erzeugen nicht nur eine Emission λ_{\max} , die in den langwelligen Bereich verschoben ist, sondern auch eine hohe Helligkeitsausbeute und einen wünschenswerten orangefarbenen Farbton, wie an der Lage und Form der Absorptionskurve des abgestrahlten Lichts erkennbar.

[0037] Soweit nicht anders angegeben, bezeichnet der Begriff „substituiert“ oder „Substituent“ jede Gruppe oder jedes Atom, bei der bzw. dem es sich nicht um Wasserstoff handelt. Wenn von „Gruppe“ die Rede ist, bedeutet dies, dass eine Substituentengruppe einen substituierbaren Wasserstoff enthält und dass dies nicht nur die unsubstituierte Form des Substituenten umfasst, sondern auch dessen weiter substituierte Form durch jede Substituentengruppe oder Substituentengruppen, wie hier genannt, soweit der Substituent Eigenschaften nicht zerstört, die für die Nutzung der Vorrichtung notwendig sind. Eine Substituentengruppe kann Halogen sein oder kann an den Rest des Moleküls durch ein Atom von Kohlenstoff, Silicium, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Selen oder Bor gebunden sein. Der Substituent kann beispielsweise Halogen sein, wie Chlor, Brom oder Fluor; Nitro; Hydroxyl; Cyano; Carboxyl; oder Gruppen, die weiter substituiert werden können, wie Alkyl, einschließlich gerades oder verzweigt-kettiges Alkyl, wie Methyl, Trifluormethyl, Ethyl, t-Butyl, 3-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)propyl und Tetradecyl; Alkenyl, wie Ethylen, 2-Buten; Alkoxy, wie Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, 2-Methoxyethoxy, sec-Butoxy, Hexyloxy, 2-Ethylhexyloxy, Tetradecyloxy, 2-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)ethoxy und 2-Dodecyloxyethoxy; Aryl wie Phenyl, 4-t-Butylphenyl, 2,4,6-Trimethylphenyl, Naphthyl; Aryloxy, wie Phenoxy, 2-Methylphenoxy, Alpha- oder Beta-Naphthylphenoxy und 4-Tolylphenoxy; Carbonamid, wie Acetamid, Benzamid, Butyramid, Tetradecanamid, Alpha-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)acetamid, Alpha-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)butyramid, Alpha-(3-Pentadecylphenoxy)-Hexanamid, Alpha-(4-Hydroxy-3-t-Butylphenoxy)-Tetradecanamid, 2-Oxo-Pyrrolidin-1-yl, 2-Oxo-5-Tetradecylpyrrolin-1-yl, N-Methyltetradecanamid, N-Succinimid, N-Phthalimid, 2,5-Dioxo-1-Oxazolidinyl, 3-Dodecyl-2,5-Dioxo-1-Imidazolyl, und N-Acetyl-N-Dodecylamin, Ethoxycarbonylamin, Phenoxy-carbonylamin, Benzylloxycarbonylamin, Hexadecyloxycarbonylamin, 2,4-Di-t-Butylphenoxy-carbonylamin, Phenylcarbonylamin, 2,5-(Di-t-Pentylphenyl)carbonylamin, p-Dodecyl-Phenylcarbonylamin, p-Tolylcarbonylamin, N-Methylureido, N,N-Dimethylureido, N-Methyl-N-Dodecylureido, N-Hexadecylureido, N,N-Dioctadecylureido, N,N-Dioctyl-N'-Ethylureido, N-Phenylureido, N,N-Diphenylureido, N-Phenyl-N-p-Tolylureido, N-(m-Hexadecylphenyl)ureido, N,N-(2,5-Di-t-Pentylphenyl)-N'-Ethylureido und t-Butylcarbonamid; Sulfonamid, wie Methylsulfonamid, Benzensulfonamid, p-Tolylsulfonamid, p-Dodecyl-benzensulfonamid, N-Methyltetradecylsulfonamid, N,N-Dipropyl-Sulfamoylamin und Hexadecylsulfonamid; Sulfamoyl, wie N-Methylsulfamoyl, N-Ethylsulfamoyl, N,N-Dipropylsulfamoyl, N-Hexadecylsulfamoyl, N,N-Dimethylsulfamoyl; N-[3-(Dodecyloxy)propyl]sulfamoyl, N-[4-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)butyl]sulfamoyl, N-Methyl-N-Tetradecylsulfamoyl und N-Dodecylsulfamoyl; Carbamoyl, wie N-Methylcarbamoyl, N,N-Dibutylcarbamoyl, N-Octadecylcarbamoyl, N-[4-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)butyl]carbamoyl, N-Methyl-N-Tetradecylcarbamoyl und N,N-Dioctylcarbamoyl; Acyl, wie Acetyl, (2,4-Di-t-Amylphenoxy)acetyl, Phenoxy-carbonyl, p-Dodecyl-

xyphenoxycarbonyl-Methoxycarbonyl, Butoxycarbonyl, Tetradecyloxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, Benzyloxy-carbonyl, 3-Pentadecyloxycarbonyl und Dodecyloxycarbonyl; Sulfonyl, wie Methoxysulfonyl, Octyloxysulfonyl, Tetradecyloxysulfonyl, 2-Ethylhexyloxysulfonyl, Phenoxy-sulfonyl, 2,4-Di-t-Pentylphenoxy-sulfonyl, Methylsulfonyl, Octylsulfonyl, 2-Ethylhexylsulfonyl, Dodecylsulfonyl, Hexadecylsulfonyl, Phenylsulfonyl, 4-Nonylphenylsulfonyl und p-Tolylsulfonyl; Sulfonyloxy, wie Dodecylsulfonyloxy und Hexadecylsulfonyloxy; Sulfinyl, wie Methylsulfinyl, Octylsulfinyl, 2-Ethylhexylsulfinyl, Dodecylsulfinyl, Hexadecylsulfinyl, Phenylsulfinyl, 4-Nonylphenylsulfinyl und p-Tolylsulfinyl; Thio, wie Ethylthio, Octylthio, Benzylthio, Tetradecylthio, 2-(2,4-Di-t-Pentylphenoxy)ethylthio, Phenylthio, 2-Butoxy-5-t-Octylphenylthio und p-Tolylthio; Acyloxy, wie Acetyloxy, Benzoyloxy, Octadecanoyloxy, p-Dodecylamidbenzoyloxy, N-Phenylcarbamoyloxy, N-Ethylcarbamoyloxy und Cyclohexyl-carbonyloxy; Amin, wie Phenylanilin, 2-Chloranilin, Diethylamin, Dodecylamin; Imin, wie 1-(N-Phenylimid)ethyl, N-Succinimid oder 3-Benzylhydantoinyl; Phosphat, wie Dimethylphosphat und Ethylbutylphosphat; Phosphit, wie Diethyl- und Dihexylphosphit; eine heterozyklische Gruppe, eine heterozyklische Oxygruppe oder eine heterozyklische Thiogruppe, die jeweils substituierbar sind und die heterozyklische Ringe mit 3 bis 7 Elementen umfassen können, die aus Kohlenstoffatomen und mindestens einem Heteroatom zusammengesetzt sind, das aus der Gruppe auswählbar ist, die aus Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor oder Bor besteht, wie 2-Furyl, 2-Thienyl, 2-Benzimidazolyloxy oder 2-Benzothiazolyloxy; quartäres Ammonium, wie Triethylammonium, quartäres Phosphonium, wie Triphenylphosphonium, und Silyloxy, wie Trimethylsilyloxy.

[0038] Falls gewünscht, sind die Substituenten weiter ein- oder mehrfach mit den beschriebenen Substituentengruppen substituierbar. Die jeweils verwendeten Substituenten sind von Fachleuten derart auswählbar, dass sie die wünschenswerten Eigenschaften für eine bestimmte Anwendung erzielen, und können beispielsweise elektronegative Gruppen, elektropositive Gruppen und sterische Gruppen sein. Wenn ein Molekül zwei oder mehr Substituenten besitzt, können die Substituenten miteinander verbunden sein, um einen Ring zu bilden, beispielsweise einen kondensierten Ring, soweit nicht anders angegeben. Im Allgemeinen können die vorausgehenden Gruppen und Substituenten solche mit bis zu 48 Kohlenstoffatomen umfassen, typischerweise 1 bis 36 Kohlenstoffatome und normalerweise weniger als 24 Kohlenstoffatome, wobei jedoch eine größere Anzahl möglich ist, je nach den gewählten Substituenten.

Architektur einer allgemeinen Vorrichtung

[0039] Die vorliegende Erfindung ist in den meisten Konfigurationen von OLED-Vorrichtungen einsetzbar. Dies umfasst sehr einfache Strukturen mit einer einzelnen Anode und Kathode bis hin zu komplexeren Vorrichtungen, wie Passiv-Matrix-Displays aus orthogonalen Anoden/Kathoden-Arrays zur Bildung von Pixeln sowie Aktiv-Matrix-Displays, bei denen jedes Pixel einzeln steuerbar ist, beispielsweise mit einem Dünnschichttransistor (TFT).

[0040] Es gibt zahlreiche Konfigurationen der organischen Schichten, in denen die vorliegende Erfindung erfolgreich praktisch verwertbar ist. Wesentliche Anforderungen sind eine Kathode, eine Anode, eine Lochtransportschicht und eine Leuchtschicht. Eine typische Struktur ist in [Fig. 1](#) dargestellt und umfasst ein Substrat **101**, eine Anode **103**, eine optionale Lochinjektionsschicht **105**, eine Lochtransportschicht **107**, eine Leuchtschicht **109**, eine Elektronentransportschicht **111** und eine Kathode **113**. Diese Schritte werden nachfolgend detaillierter beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass das Substrat alternativ benachbart zur Kathode angeordnet sein kann, oder dass das Substrat tatsächlich die Anode oder Kathode sein kann. Die gesamte kombinierte Dicke der organischen Schichten ist vorzugsweise kleiner als 500 nm.

Substrat

[0041] Das Substrat **101** kann entweder lichtdurchlässig oder lichtundurchlässig sein, je nach vorgesehener Richtung der Lichtabgabe. Die Lichtdurchlässigkeit ist eine wünschenswerte Eigenschaft, um die Elektrolumineszenzemission durch das Substrat betrachten zu können. Transparentes Glas oder organische Materialien werden in diesen Fällen häufig verwendet. Für Anwendungen, in denen die Elektrolumineszenzemission durch die obere Elektrode betrachtet wird, ist die Durchlässigkeitseigenschaft des unteren Trägers unwesentlich, der daher lichtundurchlässig, lichtabsorbierend oder lichtreflektierend sein kann. In diesem Fall sind beispielsweise, aber nicht abschließend, Glas, Kunststoff, Halbleitermaterialien, Keramik und Leiterplattenmaterialien verwendbar. Selbstverständlich ist es notwendig, in diesen Gerätekonfigurationen eine lichtdurchlässige obere Elektrode zu verwenden.

Anode

[0042] Die leitende Anodenschicht **103** ist üblicherweise über dem Substrat angeordnet und sollte, wenn die

Elektrolumineszenzemission durch die Anode betrachtet wird, für die betreffende Strahlung durchlässig oder im Wesentlichen durchlässig sein. In dieser Erfindung verwendete, übliche Anodenmaterialien sind Indium-Zinnoxid (ITO) und Zinnoxid, aber es sind auch andere Metalloxide verwendbar, beispielsweise, aber nicht abschließend, aluminium- oder indiumdotiertes Zinkoxid (IZO), Magnesium-Indiumoxid und Nickel-Wolframoxyd. Neben diesen Oxiden können Metallnitride, wie Galliumnitrid und Metallselenide, wie Zinkselenid, und Metallsulfide, wie Zinksulfid, in der Schicht **103** verwendet werden. Für Anwendungen, in denen die Elektrolumineszenzemission durch die obere Elektrode betrachtet wird, sind die Durchlässigkeitseigenschaften der Schicht **103** unwesentlich, so dass jedes leitende Material verwendbar ist, ob transparent, lichtundurchlässig oder reflektierend. Leiter für diese Anwendung sind beispielsweise, aber nicht abschließend, Gold, Iridium, Molybdän, Palladium und Platin. Typische Anodenmaterialien, ob lichtdurchlässig oder nicht, haben eine Austrittsfunktion von 4,1 eV oder höher. Die gewünschten Anodenmaterialien werden üblicherweise mithilfe geeigneter Mittel, wie beispielsweise durch Aufdampfen, Kathodenzerstäubung, chemisches Aufdampfen oder elektrochemische Mittel aufgebracht. Anoden können mithilfe bekannter fotolithografischer Verfahren strukturiert werden.

Lochinjektionsschicht (HIL)

[0043] Es ist zwar nicht immer notwendig, aber häufig sinnvoll, eine Lochinjektionsschicht **105** zwischen der Anode **103** und der Lochtransportschicht **107** vorzusehen. Das Lochinjektionsmaterial kann dazu dienen, die Filmbildungseigenschaft nachfolgender organischer Schichten zu verbessern und die Injektion von Löchern in der Lochtransportschicht zu ermöglichen. Geeignete Materialien zur Verwendung in der Lochinjektionsschicht sind beispielsweise, aber nicht abschließend, Porphyrinverbindungen, wie in US-A-4,720,432 beschrieben, sowie mittels Plasmaabscheidung aufgebrachte Fluorkohlenstoffpolymere, wie in US-A-6,208,075 beschrieben. Alternative Lochinjektionsmaterialien, die in Elektrolumineszenzvorrichtungen verwendbar sind, werden in EP 0 891 121 A1 und EP 1 029 909 A1 beschrieben.

Lochtransportschicht (HTL)

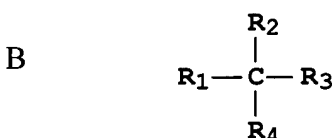
[0044] Die Lochtransportschicht **107** der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung enthält mindestens eine lochtransportierende Verbindung, wie ein aromatisches, tertiäres Amin, wobei das letztere als eine Verbindung zu verstehen ist, die mindestens ein dreiwertiges Stickstoffatom enthält, das nur an Kohlenstoffatome gebunden ist, von denen mindestens eines ein Mitglied eines aromatischen Rings ist. In einer Form kann das aromatische, tertiäre Amin ein Arylamin sein, wie ein Monoarylamin, Diarylamin, Triarylamin oder eine polymere Arylamingruppe. Beispiele monomerer Triarylamine werden von Klupfel et al in US-A-3,180,730 gezeigt. Andere geeignete Triarylamine, die durch ein oder mehrere Vinylradikale substituiert werden und/oder mindestens eine aktive wasserstoffhaltige Gruppe enthalten, werden von Brantley et al in US-A-3,567,450 und US-A-3,658,520 beschrieben.

[0045] Eine bevorzugte Klasse aromatischer tertiärer Amine enthält mindestens zwei aromatische tertiäre Aminreste, wie in US-A-4,720,432 und US-A-5,061,569 beschrieben. Derartige Verbindungen enthalten die in der Strukturformel (A) gezeigten.



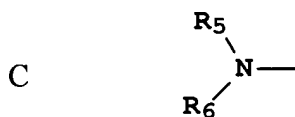
worin Q_1 und Q_2 für unabhängig gewählte aromatische, tertiäre Aminreste stehen und G für eine Verbindungsgruppe steht, wie eine Arylen-, Cycloalkylen- oder Alkylengruppe einer Kohlenstoff-/Kohlenstoff-Bindung. In einem Ausführungsbeispiel enthält mindestens entweder Q_1 oder Q_2 eine polyzyklisch kondensierte Ringgruppe, beispielsweise ein Naphthalen. Wenn G eine Arylgruppe ist, handelt es sich am besten um eine Phenylen-, Biphenylen- oder Naphthalengruppe.

[0046] Eine verwendbare Klasse von Triarylamingruppen, die die Strukturformel (A) erfüllen und zwei Triarylamingruppen enthält, wird durch Strukturformel (B) dargestellt:



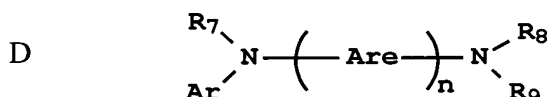
wobei

R_1 und R_2 jeweils unabhängig für ein Wasserstoffatom, eine Arylgruppe oder eine Alkylgruppe stehen und R_1 , sowie R_2 zusammen für die Atome, die eine Cycloalkylgruppe vervollständigen, stehen, und R_3 und R_4 jeweils unabhängig für eine Arylgruppe stehen, die wiederum durch eine diarylsubstituierte Aminogruppe substituiert ist, wie in Strukturformel (C) gezeigt:



worin R_5 und R_6 unabhängig gewählte Arylgruppen sind. In einem Ausführungsbeispiel enthält mindestens entweder R_5 oder R_6 eine polyzyklisch kondensierte Ringgruppe, beispielsweise ein Naphthalen.

[0047] Eine weitere Klasse aromatischer tertiärer Amingruppen ist die der Tetraaryldiamine. Die wünschenswerten Tetraaryldiamingruppen umfassen zwei Diarylamingruppen, wie in Formel (C) genannt, verbunden durch eine Arylengruppe. Geeignete Tetraaryldiamine sind u.a. die in Formel (D) gezeigten:



worin

Are jeweils für eine unabhängig ausgewählte Arylengruppe steht, wie eine Phenylen- oder Anthracengruppe; n für eine Zahl von 1 bis 4 steht; und

Ar, R_7 , R_8 und R_9 unabhängig ausgewählte Arylgruppen sind.

[0048] In einem typischen Ausführungsbeispiel enthält mindestens entweder Ar, R_7 , R_8 oder R_9 eine polyzyklisch kondensierte Ringgruppe, beispielsweise ein Naphthalen.

[0049] Die verschiedenen Alkyl-, Alkylen-, Aryl- und Arylengruppen der vorausgehenden Strukturformeln (A), (B), (C), (D) sind jeweils substituierbar. Typische Substituenten sind u.a. Alkylgruppen, Alkoxygruppen, Arylgruppen, Aryloxygruppen und Halogene, wie Fluorid, Chlorid oder Bromid. Die verschiedenen Alkyl- und Alkylengruppen enthalten üblicherweise ca. 1 bis 6 Kohlenstoffatome. Die Cycloalkylreste können zwischen 3 und ca. 10 Kohlenstoffatome enthalten, enthalten aber typischerweise fünf, sechs oder sieben Ringkohlenstoffe, beispielsweise Cyclopentyl, Cyclohexyl und Cycloheptylringstrukturen. Die Aryl- und Arylengruppen sind vorzugsweise Phenyl- und Phenylenreste.

[0050] Die Lochtransportschicht kann aus einer einzelnen oder einer Mischung von aromatischen, tertiären Aminverbindungen gebildet werden. Konkret ist ein Triarylamin verwendbar, beispielsweise ein Triarylamin, das Formel (B) erfüllt, und zwar in Kombination mit einem Tetraaryldiamin, wie das in Formel (D) gezeigte. Wenn ein Triarylamin in Verbindung mit einem Tetraaryldiamin verwendet wird, wird das letztere als Schicht zwischen dem Triarylamin und der Elektroneninjektions- und Transportschicht angeordnet. Unter anderem sind folgende aromatische tertiäre Amine verwendbar:

1,1-Bis(4-Di-p-Tolylaminphenyl)cyclohexan

1,1-Bis(4-Di-p-Tolylaminphenyl)-4-Phenylcyclohexan

4,4'-Bis(diphenylamin)quadriphenyl

Bis(4-Dimethylamin-2-Methylphenyl)-Phenylmethan

N,N,N-Tri(p-Tolyl)amin

4-(Di-p-Tolylamin)-4'-[4(Di-p-Tolylamin)-styryl]stilben

N,N,N',N'-Tetra-p-Tolyl-4-4'-Diaminbiphenyl

N,N,N',N'-Tetra-phenyl-4,4'-Diaminbiphenyl

N,N,N',N'-Tetra-1-Naphthyl-4,4'-Diaminbiphenyl

N,N,N',N'-Tetra-2-Naphthyl-4,4'-Diaminbiphenyl

N-Phenylcarbazol

4,4'-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-Phenylamin]biphenyl

4,4'-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-(2-Naphthyl)amino]biphenyl

4,4''-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-Phenylamin]p-Terphenyl

4,4'-Bis[N-(2-Naphthyl)-N-Phenylamin]biphenyl

4,4'-Bis[N-(3-Acenaphthenyl)-N-Phenylamin]biphenyl

1,5-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-Phenylamin]naphthalen

4,4'-Bis[N-(9-Anthryl)-N-Phenylamin]biphenyl

4,4''-Bis[N-(1-Anthryl)-N-Phenylamin]p-Terphenyl

4,4'-Bis[N-(2-Phenanthryl)-N-Phenylamin]biphenyl
 4,4'-Bis[N-(8-Fluoranthenyl)-N-Phenylamin]biphenyl
 4,4'-Bis[N-(2-Pyrenyl)-N-Phenylamin]biphenyl
 4,4'-Bis[N-(2-Naphthacenyl)-N-Phenylamin]biphenyl
 4,4'-Bis[N-(2-Perylenyl)-N-Phenylamin]biphenyl
 4,4'-Bis[N-(1-Coroneryl)-N-Phenylamin]biphenyl
 2,6-Bis(di-p-Tolylamin)naphthalen
 2,6-Bis(di-(1-Naphthyl)amin)naphthalen
 2,6-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-(2-Naphthyl)amin]naphthalen
 N,N,N',N'-Tetra(2-Naphthyl)-4,4''-Diamin-p-Terphenyl
 4,4'-Bis{N-Phenyl-N-[4-(1-Naphthyl)-Phenyl]amin}biphenyl
 4,4'-Bis[N-Phenyl-N-(2-Pyrenyl)amin]biphenyl
 2,6-Bis[N,N-Di(2-Naphthyl)amin]fluor
 1,5-Bis[N-(1-Naphthyl)-N-Phenylamin]naphthalen

[0051] Eine weitere Klasse verwendbarer Lochtransportmaterialien umfasst polyzyklische, aromatische Verbindungen, wie in EP 1 009 041 beschrieben. Außerdem sind polymere Lochtransportmaterialien verwendbar, wie Poly(N-Vinylcarbazol) (PVK), Polythiophene, Polypyrrol, Polyanilin und Copolymere, wie Poly(3,4-Ethylen-dioxythiophen)/Poly(4-Styrolsulfonat), auch als PEDOT/PSS bezeichnet.

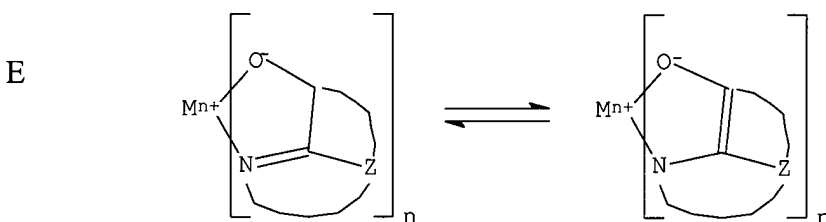
Lichtemissionsschicht (LEL)

[0052] Wie ausführlicher in US-A-4,769,292 und US-A-5,935,721 beschrieben, umfasst die Leuchtschicht (LEL) **109** des organischen Elektrolumineszenzelements ein lumineszierendes oder fluoreszierendes Material, in dem Elektrolumineszenz als Ergebnis der Rekombination von Elektronen-/Lochpaaren in diesem Bereich entsteht. Die Leuchtschicht kann sich aus einem einzelnen Material zusammensetzen, besteht üblicherweise aber aus einem Wirtsmaterial, das mit einer oder mehreren Gastverbindungen dotiert ist, wobei Lichtemissionen primär von der Dotierung stammen und eine beliebige Farbe aufweisen können. Die Wirtsmaterialien in der Leuchtschicht können ein Elektronentransportmaterial sein, wie nachfolgend definiert, ein Lochtransportmaterial, wie zuvor definiert, oder ein anderes Material oder eine Kombination von Materialien, die die Loch-/Elektronen-Rekombination unterstützen. Die Dotierung ist üblicherweise aus stark fluoreszierenden Farbstoffen gewählt, aber es sind auch phosphoreszierende Verbindungen verwendbar, z.B. Übergangsmetallkomplexe, wie in WO 98/55561, WO 00/18851, WO 00/57676 und WO 00/70655 beschrieben. Die Dotierungen werden typischerweise mit 0,01 bis 10 Gew.-% in dem Wirtsmaterial aufgetragen.

[0053] Eine wichtige Beziehung zur Wahl eines Farbstoffs als Dotierungsmittel ist ein Vergleich des Energielückenpotenzials, das als die Energiedifferenz zwischen der höchst besetzten Molekülorbitale und der niedrigst besetzten Molekülorbitale des Moleküls definiert ist. Damit ein effizienter Energietransfer von dem Wirt zum Dotierungsmolekül erfolgen kann, ist es notwendig, dass die Energielücke der Dotierung kleiner als die des Wirtsmaterials ist.

[0054] Geeignete Wirts- und Leuchtmoleküle sind beispielsweise, aber nicht abschließend, die in den Anmeldungen US-A-4,768,292, US-A-5,141,671, US-A-5,150,006, US-A-5,151,629, US-A-5,405,709, US-A-5,484,922, US-A-5,593,788, US-A-5,645,948, US-A-5,683,823, US-A-5,755,999, US-A-5,928,802, US-A-5,935,720, US-A-5,935,721 und US-A-6,020,078 beschriebenen.

[0055] Metallkomplexe aus 8-Hydroxychinolin und ähnlichen Derivaten (Formel E) sind eine Klasse verwendbarer Wirtsverbindungen, die die Elektrolumineszenz zu unterstützen vermögen und sind insbesondere für die Lichtemission mit Wellenlängen von mehr als 500 nm geeignet, beispielsweise grün, gelb, orange und rot.



worin

M für ein Metall steht,

n für eine ganze Zahl von 1 bis 4 steht; und

Z unabhängig jeweils für die Atome steht, die einen Kern mit mindestens zwei kondensierten aromatischen Ringen bilden.

[0056] Aus dem Vorausgehenden ist ersichtlich, dass das Metall einwertig, zweiwertig, dreiwertig oder vierwertig sein kann. Das Metall kann beispielsweise ein Alkalimetall sein, wie Lithium, Natrium oder Kalium, ein Erdalkalimetall, wie Magnesium oder Calcium, oder ein Erdmetall, wie Aluminium oder Gallium, oder ein Übergangsmetall, wie Zink oder Zirconium. Im Allgemeinen ist jedes einwertige, zweiwertige, dreiwertige oder vierwertige Metall, das als Chelatbildner bekannt ist, verwendbar.

[0057] Z vervollständigt einen heterozyklischen Kern aus mindestens zwei kondensierten aromatischen Ringen, von denen mindestens einer ein Azol- oder Azinring ist. Weitere Ringe, einschließlich aliphatischer oder aromatischer Ringe, können bei Bedarf mit den beiden erforderlichen Ringen kondensiert werden. Um eine Erhöhung der Molmasse ohne Funktionsverbesserung zu vermeiden, ist die Zahl der Ringatome üblicherweise auf höchstens 18 begrenzt.

[0058] Verwendbare Oxinoid-Chelatverbindungen sind beispielsweise folgende:

CO-1: Aluminiumtrisoquin [alias Tris(8-chinolinolat)aluminium(III)]

CO-2: Magnesiumbisoxin [alias Bis(8-chinolinolat)magnesium(II)]

CO-3: Bis[benzo{f}-8-chinolinolat]zink(II)

CO-4: Bis(2-Methyl-8-Chinolinolat)aluminium(III)- μ -Oxo-bis(2-Methyl-8-Chinolinolat)aluminium(III)

CO-5: Indiumtrisoquin [alias Tris(8-Chinolinolat)indium]

CO-6: Aluminiumtris(5-Methyloxin) [alias Tris(5-Methyl-8-Chinolinolat)aluminium(III)]

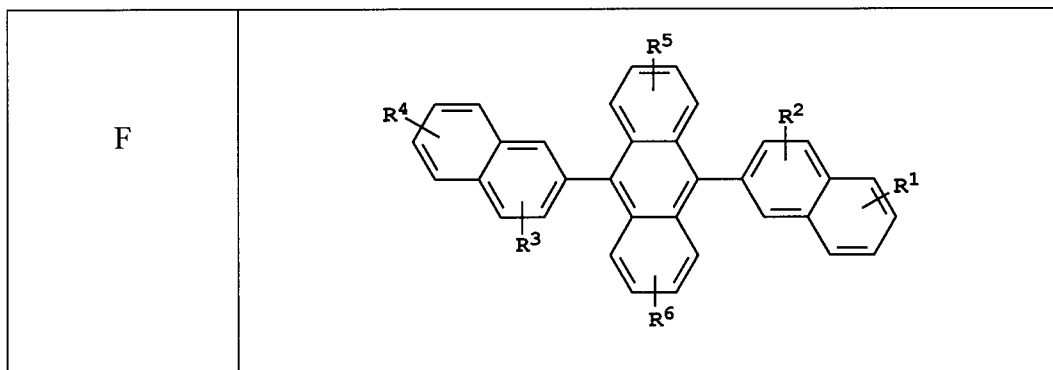
CO-7: Lithiumoxin [alias (8-Chinolinolat)lithium(I)]

CO-8: Galliumoxin [alias Tris(8-Chinolinolat)gallium(III)]

CO-9: Zirconiumoxin [alias Tetra(8-Chinolinolat)zirconium(IV)]

CO-10: Bis(2-Methyl-8-Chinolinat)-4-Phenylphenolatoaluminium (III)

[0059] Derivate von 9,10-Di-(2-Naphthyl)anthracen (Formel F) sind eine Klasse verwendbarer Wirtsverbindungen, die die Elektrolumineszenz zu unterstützen vermögen und sind insbesondere für die Lichtemission mit Wellenlängen von mehr als 400 nm geeignet, beispielsweise blau, grün, gelb, orange oder rot.



worin:

R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 und R^6 Wasserstoff oder einen oder mehrere Substituenten darstellen, die aus den folgenden Gruppen ausgewählt sind:

Gruppe 1: Wasserstoff, Alkyl- und Alkoxygruppen mit normalerweise 1 bis 24 Kohlenstoffatomen;

Gruppe 2: eine Ringgruppe mit normalerweise 6 bis 20 Kohlenstoffatomen;

Gruppe 3: die Atome, die erforderlich sind, um eine carbozyklische, kondensierte Ringgruppe zu vervollständigen, wie Naphthyl-, Anthracenyl-, Pyrenyl- und Perylenylgruppen mit normalerweise 6 bis 30 Kohlenstoffatomen;

Gruppe 4: die Atome, die erforderlich sind, um eine heterozyklische, kondensierte Ringgruppe zu vervollständigen, wie Furyl-, Thienyl-, Pyridyl- und Chinolinygruppen mit normalerweise 5 bis 24 Kohlenstoffatomen;

Gruppe 5: eine Alkoxyamin-, Alkylamin- und Arylamingruppe mit normalerweise 1 bis 24 Kohlenstoffatomen; und

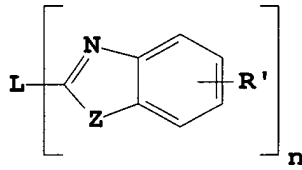
Gruppe 6: Fluor-, Chlor-, Brom- oder Cyanradikale.

[0060] Beispiele hierfür sind u.a. 9,10-Di-(2-Naphthyl)anthracen und 2-t-Butyl-9,10-Di-(2-Naphthyl)anthracen. Weitere Anthracenderivate können als Wirtsmaterial in der Leuchtschicht geeignet sein, u.a. Derivate von 9,10-Bis-[4-(2,2-Diphenylethenyl)phenyl]anthracen und Phenylanthracenderivate, wie in EP 681,019 beschrie-

ben.

[0061] Benzazolderivate (Formel G) sind eine weitere Klasse verwendbarer Wirtsmaterialien, die die Elektrolumineszenz zu unterstützen vermögen und sind insbesondere für die Lichtemission mit Wellenlängen von mehr als 400 nm geeignet, beispielsweise blau, grün, gelb, orange oder rot.

G



wobei:

n für eine ganze Zahl von 3 bis 8 steht;

Z für -O, -NR oder -S steht, wobei R für H oder einen Substituenten steht; und

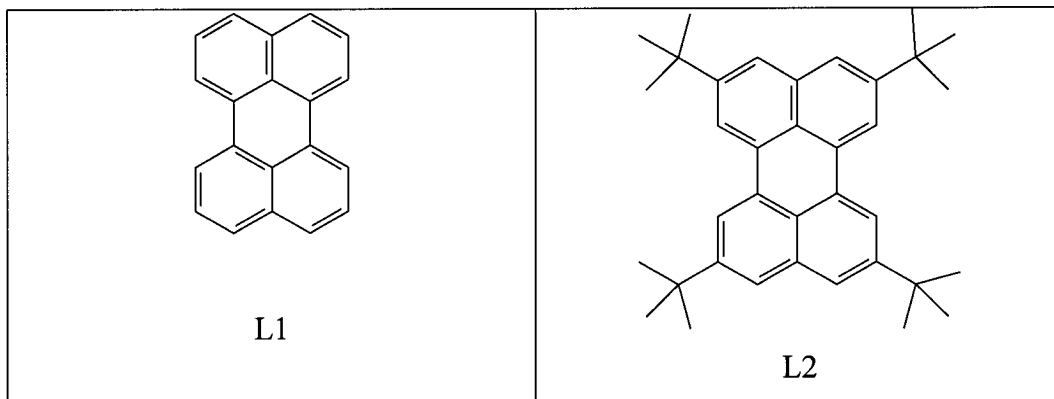
R' steht für einen oder mehrere optionale Substituenten, wobei R und R' jeweils für H oder Alkylgruppen stehen, wie Propyl-, t-Butyl- und Heptylgruppen mit normalerweise 1 bis 24 Kohlenstoffatomen; carbozyklische oder heterozyklische Ringgruppen, wie Phenyl- und Naphthyl-, Furyl-, Thienyl-, Pyridyl- und Chinolinygruppen sowie Atome, die erforderlich sind, um eine kondensierte aromatische Ringgruppe mit normalerweise 5 bis 20 Kohlenstoffatomen zu vervollständigen; und Halogene, wie Chlor und Fluor;

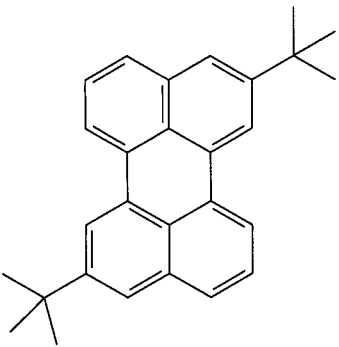
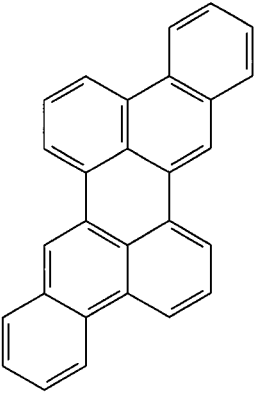
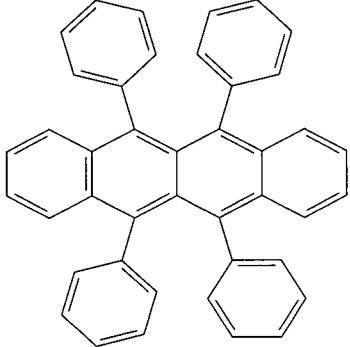
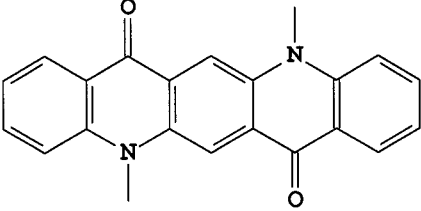
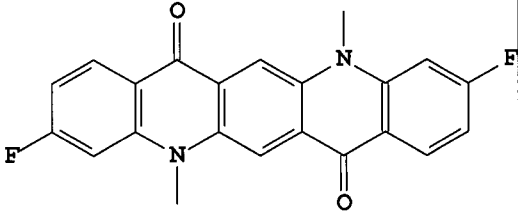
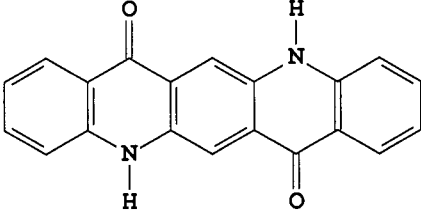
L eine Brückeneinheit aus normalerweise einer Alkyl- oder Arylgruppe, die mehrere Benzoazole konjugiert oder unkonjugiert miteinander verbindet.

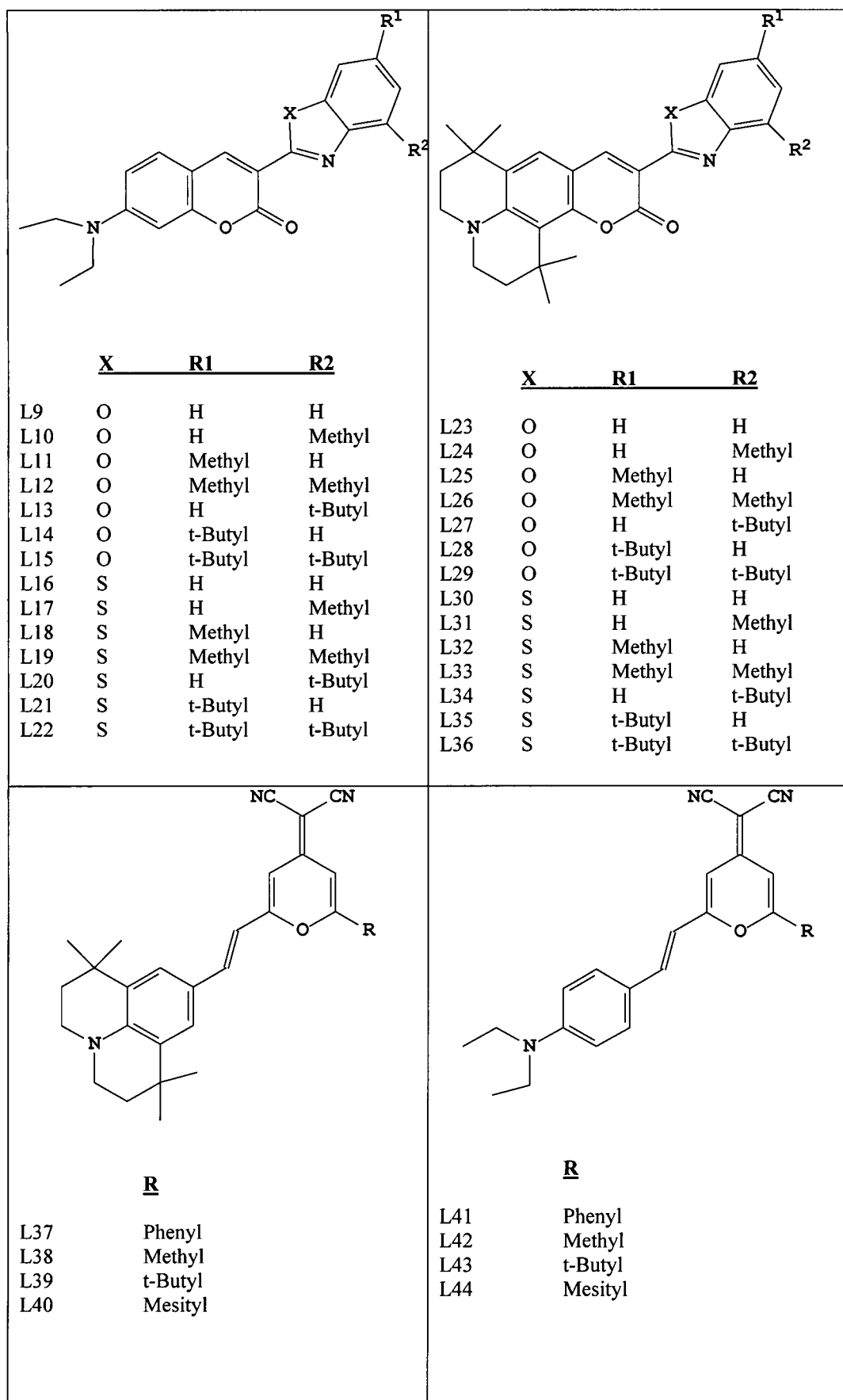
[0062] Ein Beispiel eines verwendbaren Benzazols ist 2,2',2''-(1,3,5-Phenylen)Tris[1-Phenyl-1H-Benzimidazol].

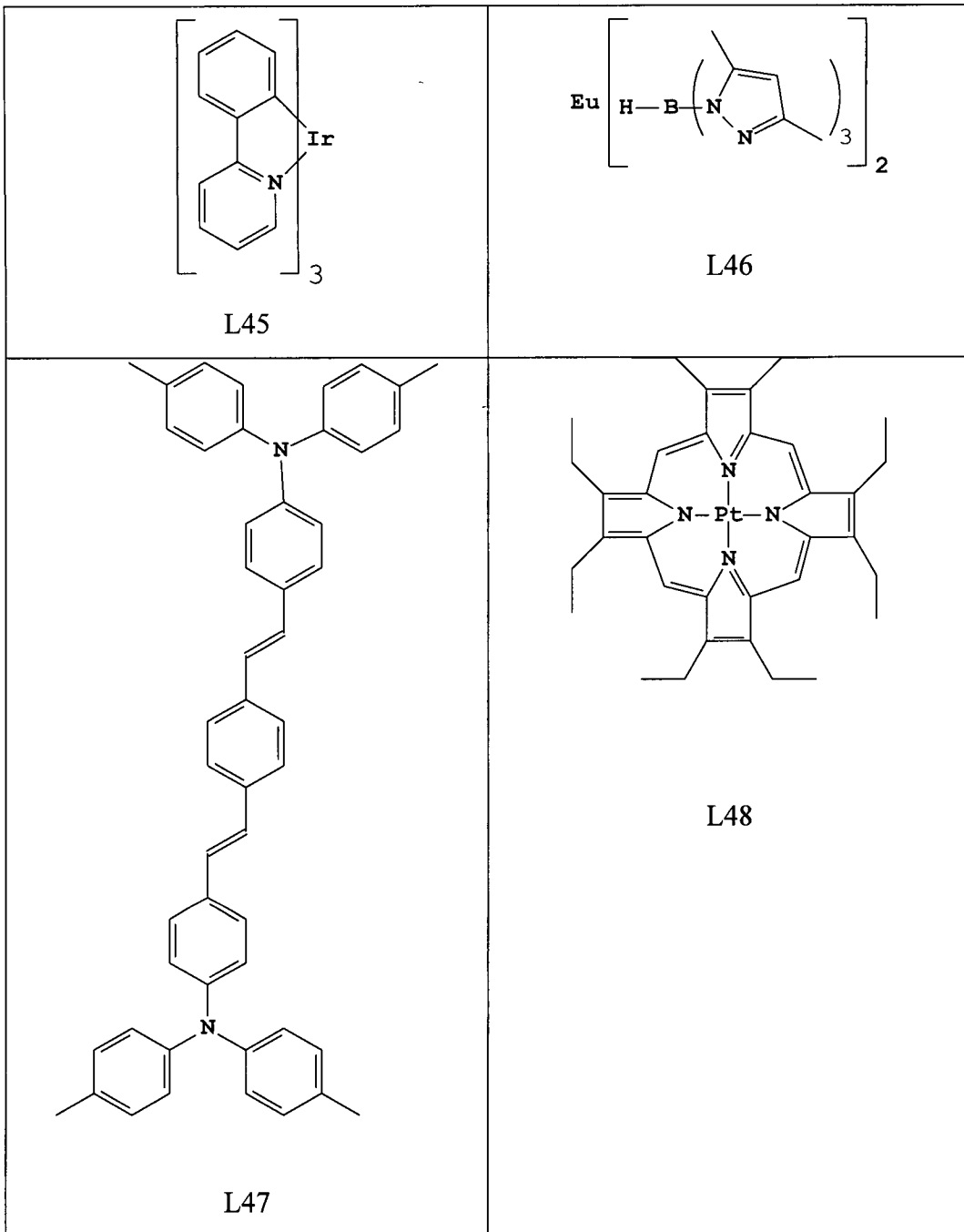
[0063] Distyrylarylanderivate, wie in US-A-5,121,029 beschrieben, sind in der Leuchtschicht ebenfalls geeignete Wirtsmaterialien.

[0064] Wünschenswerte fluoreszierende Dotierungen umfassen Gruppen, die von kondensierten Ring-, heterozyklischen und anderen Verbindungen abgeleitet sind, wie Anthracen, Tetracen, Xanthen, Perylen, Rubren, Coumarin, Rhodamin, Chinacridon, Dicyanmethylenpyranverbindungen, Thiopyranverbindungen, Polymethinverbindungen, Pyrilium-Thiapyriliumverbindungen und Carbostyrylverbindungen. Geeignet sind beispielsweise, aber nicht abschließend folgende Dotierungen:



 <p>L3</p>	 <p>L4</p>
 <p>L5</p>	 <p>L6</p>
 <p>L7</p>	 <p>L8</p>





Elektronentransportschicht (ETL)

[0065] Bevorzugte Dünnschichtmaterialien zur Verwendung in der Herstellung der Elektronentransportschicht **111** der erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen sind Metallchelate-Oxineverbindungen, einschließlich der Chelate von Oxin selbst (auch als 8-Chinolinol oder 8-Hydroxychinolin bezeichnet). Derartige Verbindungen tragen zur Injektion und zum Transport von Elektronen bei, weisen eine hohe Leistungsfähigkeit auf und lassen sich leicht in Form von Dünnschichten herstellen. Beispiele der vorgesehenen Oxinverbindungen sind solche, die der zuvor beschriebenen Strukturformel (E) entsprechen.

[0066] Andere Elektronentransportmaterialien umfassen verschiedene Butadienderivate, wie in US-A-4,356,429 beschrieben, sowie verschiedene heterozyklische optische Aufheller, wie in US-A-4,539,507 beschrieben. Benzazole, die der Strukturformel (G) entsprechen, sind ebenfalls geeignete Elektronentransportmaterialien.

[0067] In einigen Fällen können die Schichten **109** und **111** wahlweise zu einer einzelnen Schicht zusammengeführt werden, die gleichzeitig für Lichtemission und Elektronentransport dient.

Kathode

[0068] Wenn Licht durch die Anode abgestrahlt wird, kann die in dieser Erfindung verwendete Kathodenschicht **113** aus nahezu jedem geeigneten leitfähigen Material bestehen. Wünschenswerte Materialien haben gute filmbildende Eigenschaften, um einen guten Kontakt mit der zugrundeliegenden organischen Schicht herzustellen, ermöglichen die Elektroneninjektion bei niedriger Spannung und weisen eine gute Stabilität auf. Geeignete Kathodenmaterialien enthalten oft ein Metall oder eine Metalllegierung mit niedriger Austrittsarbeit (< 4,0 eV). Ein bevorzugtes Kathodenmaterial besteht aus einer Mg:Ag Legierung, wobei der Prozentsatz des Silbers im Bereich von 1 bis 20% liegt, wie in US-A-4,885,221 beschrieben. Eine weitere geeignete Klasse an Kathodenmaterialien beinhaltet Doppelschichten, die aus einer dünnen Schicht eines Metalls mit niedriger Austrittsarbeit oder eines Metallsalzes bestehen, abgedeckt mit einer dickeren Schicht eines leitfähigen Metalls. Eine derartige Kathode umfasst eine dünne Schicht aus LiF, gefolgt von einer dickeren Schicht aus Al, wie in US-A-5,677,572 beschrieben. Weitere geeignete Kathodenmaterialien umfassen beispielsweise, aber nicht abschließend, solche, die in US-A-5,059,861, 5,059,862 und 6,140,763 beschrieben werden.

[0069] Wenn die Lichtemission durch die Kathodenschicht betrachtet wird, muss die Kathode transparent oder nahezu transparent sein. Für solche Anwendungen müssen die Metalle dünn sein oder transparente leitende Oxide oder eine Kombination dieser Materialien verwenden. Optisch transparente Kathoden sind detaillierter in US-A-5,776,623 beschrieben worden. Kathodenmaterialien können durch Aufdampfen, Kathodenzerstäubung oder chemisches Aufdampfen aufgebracht werden. Bei Bedarf kann die Strukturierung mittels zahlreicher bekannter Verfahren erfolgen, beispielsweise, aber nicht abschließend, durch Maskenabscheidung, durch integrierte Schattenmaskierung, wie in US-A-5,276,380 und EP 0 732 868 beschrieben, durch Laserablation und durch selektives chemisches Aufdampfen.

Anordnung organischer Schichten

[0070] Die zuvor genannten organischen Materialien werden durch Sublimation aufgebracht, können aber auch aus einem Lösungsmittel mit einem optionalen Bindemittel zur Verbesserung der Filmbildung aufgebracht werden. Wenn das Material polymer ist, wird die Aufbringung aus einem Lösungsmittel bevorzugt. Das Material kann durch Sublimation aus einem Sublimatorschiffchen aufgedampft werden, das oft ein Tantalmaterial umfasst, wie z.B. in US-A-6,237,529 beschrieben, oder es kann zunächst auf eine Geberfolie aufgetragen und in Substratnähe sublimiert werden. Schichten, die eine Materialmischung enthalten, können separate Sublimatorschiffchen verwenden, oder die Materialien können vorgemischt und aus einem einzelnen Schiffchen oder einer Geberfolie aufgetragen werden. Die Strukturierung lässt sich mithilfe von Schattenmasken, integrierten Schattenmasken (US-A-5,294,870), räumlich definierter thermischer Farbstoffübertragung aus einer Geberfolie (US-A-5,851,709 und US-A-6,066,357) sowie mit einem Tintenstrahlverfahren (US-A-6,066,357) aufbringen.

Kapselung

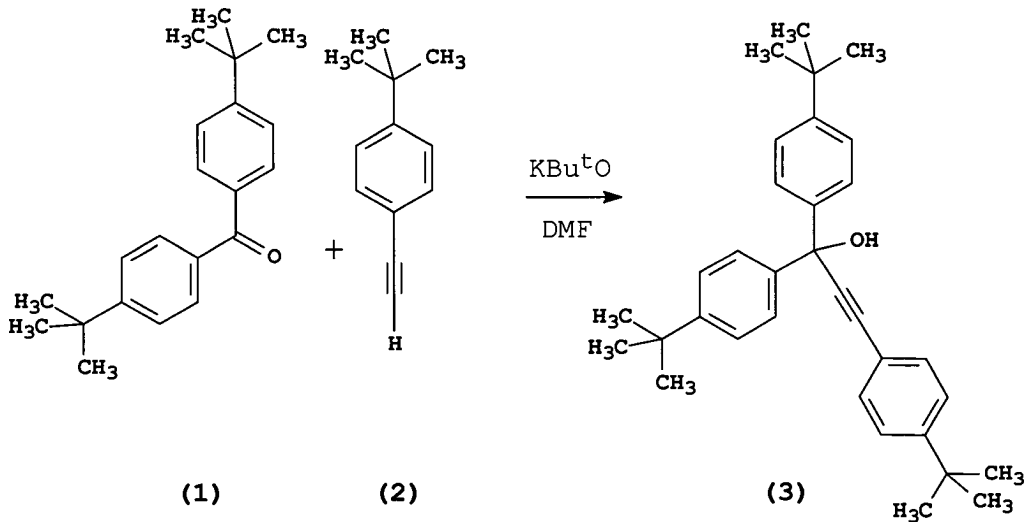
[0071] Die meisten organischen Leuchtdiodenvorrichtungen sind gegenüber Feuchtigkeit und/oder Sauerstoff empfindlich, so dass sie üblicherweise in einer inerten Atmosphäre isoliert sind, beispielsweise Stickstoff oder Argon, und zwar mit einem Trockenmittel, wie Aluminiumoxid, Bauxit, Calciumsulfat, Tonen, Siliciumdioxid, Zeolithe, Alkalimetalloxide, Alkalierdmetalloxide, Sulfate oder Metallhalogenide und Perchlorate. Verfahren zur Kapselung und Trocknung werden beispielsweise, aber nicht abschließend, in US-A-6,226,890 beschrieben.

[0072] Der gesamte Inhalt der in dieser Schrift genannten Patente und sonstigen Publikationen wird durch Nennung als hierin aufgenommen betrachtet.

Beispiele

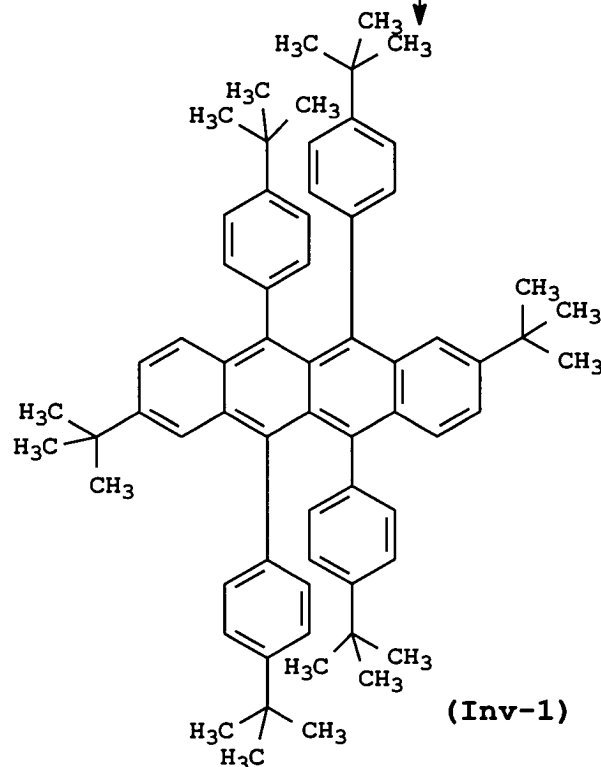
[0073] Die Erfindungen und deren Vorteile werden weiter anhand der folgenden konkreten Beispiele dargestellt.

Schema 1



1. $\text{CH}_3\text{SO}_2\text{Cl}/\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{NEt}_3$

2. Kollidin/Xylol



Beispiele 1 – Synthese (Schema 1)

[0074] Herstellung der Verbindung (3): Unter einer Stickstoffatmosphäre wurde Acetylenverbindung (2) (2,0 g, 12 mMol) in Dimethylformamid (DMF) (100 ml) gelöst, und die Lösung wurde auf 0°C abgekühlt. Kalium t-Butoxid (KBut^tO) (1,4 g, 12 mMol) wurde zugegeben, und die Mischung wurde für ca. 15 Minuten gründlich gerührt. Dieser Mischung wurde das Benzophenon (1) (3,53 g, 30 mMol) zugegeben. Das Rühren wurde bei 0°C für ca. 30 Minuten fortgesetzt, worauf es über einen Zeitraum von 1 Stunde auf Raumtemperatur abkühlen konnte. Zum Ende dieses Zeitraums wurde die Lösung auf 0°C abgekühlt, und die Reaktion wurde mit gesättigtem Natriumchlorid (20 ml) behandelt. Die Mischung wurde dann mit Ethylacetat verdünnt, mit 2N-HCl(×3) gewaschen, über MgSO₄ getrocknet, filtriert und unter reduziertem Druck konzentriert. Das Rohprodukt wurde

mit Petroleumether trituriert, um einen weißlichen Feststoff zu erhalten. Ertrag der Verbindung (3), 3,0 g.

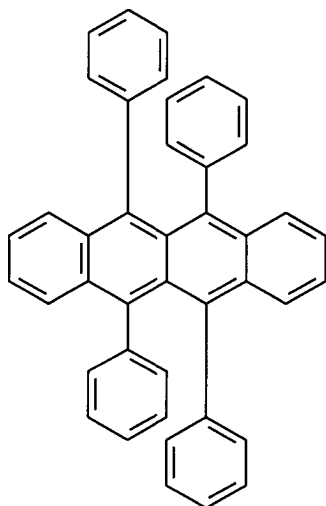
[0075] Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindung Inv-1: Verbindung (3) (7,0 g, 15 mMol) wurde in Methylenchlorid (CH_2Cl_2) (70 ml) gelöst und bei 0°C unter Stickstoffatmosphäre gerührt. Dieser Lösung wurde Triethylamin (NEt_3) (1,56 g, 15 mMol) zugegeben und sie wurde tropfenweise mit Methansulfonylchlorid ($\text{CH}_3\text{SO}_2\text{Cl}$) (1,92 g, 15 mMol) behandelt, wobei die Temperatur der Reaktionsmischung im Bereich von 0 - 5°C gehalten wurde. Nach Zugabe wurde die Lösung bei 0°C für 30 Minuten gerührt, worauf sie in einer Stunde auf Raumtemperatur abkühlen konnte. Die Reaktionsmischung wurde dann unter Rückfluss erhitzt, wobei das Methylenchloridlösungsmittel wegdestilliert und durch Xylene ersetzt wurde (insgesamt 70 ml). Sobald die Innentemperatur der Reaktionsmischung 80°C erreicht hatte, wurde Collidin (2,40 g, 19,82 mMol), gelöst in Xylene (10 ml) gelöst und tropfenweise über einen Zeitraum von 10 Minuten zugegeben. Die Temperatur wurde auf 110°C angehoben und für 4 Stunden bei diesem Wert gehalten. Nach diesem Zeitraum wurde die Reaktionsmischung abgekühlt und unter reduziertem Druck konzentriert. Der ölige Rest wurde mit Methanol (70 ml) gerührt, um das Rohprodukt zu erhalten. Das Material wurde abgefiltert, mit Methanol und Petroleumether gewaschen, um die erfindungsgemäße Verbindung Inv-1 als hellroten Feststoff zu erhalten. Ertrag 1,5 g mit einem Schmelzpunkt von 300 - 305°C . Das Produkt kann weiter durch Sublimation (250°C bei 200 Millitorr (0,266 mBar)) mit einem N_2 Trägergas gereinigt werden.

Beispiel 2 – Wellenlänge des Emissionsmaximums.

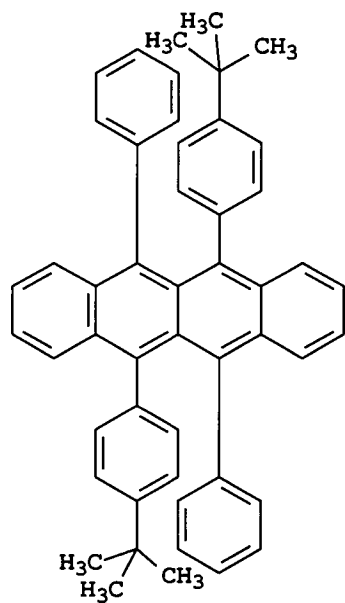
[0076] Die Wellenlänge des Emissionsmaximums oder λ_{max} der erfindungsgemäßen Verbindungen und der Vergleichsbeispiele Comp-1 bis Comp-4 wurden durch Lösen der Verbindungen in Ethylacetat und Aufzeichnen der Emissionsspektren in einem Fluorimeter ermittelt. Tabelle 1 zeigt, dass die Vergleichsverbindungen Emissionswerte λ_{max} im Bereich von 545 - 562 nm aufweisen, während die erfindungsgemäßen Verbindungen eine wünschenswerte Verschiebung in Richtung längerer Wellenlängen aufweisen und im Bereich von 566 - 572 nm liegen.

[0077] In der Erfindung werden folgende Vergleichsverbindungen verwendet:

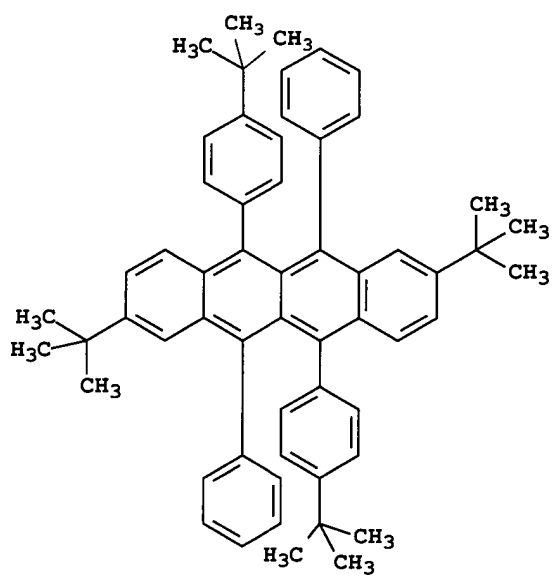
Comp-1



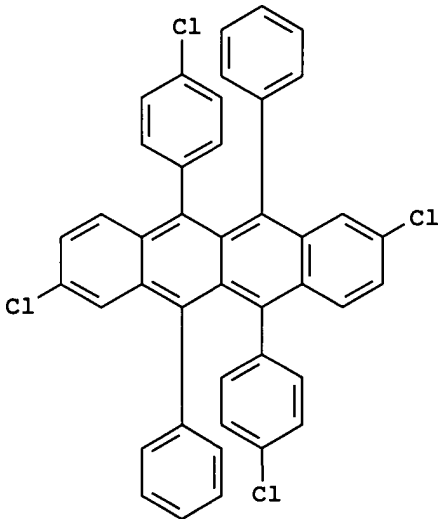
Comp-2



Comp-3



Comp-4



[0078] Comp-1 ist das Grundrubren. Es ist einschlägigen Fachleuten bekannt und weist weder Substituenten in Stellung 2 und 8 an den Endringen des Naphthacenkerns, noch an den vier Phenylringen auf, die auf den mittleren Ringen des Naphthacens angeordnet sind. Comp-2 weist Tert-Butylsubstituenten an zwei der vier mittleren Phenylringe des Naphthacens auf, und zwar diagonal gegenüberliegend, fällt aber außerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, weil es an den Endringen des Naphtacens keine Tert-Butylgruppen aufweist. Comp-3 entspricht dem Stand der Technik und wird in der Publikation „A New Yellow Fluorescent Dopant for High-Efficiency OLEDs“, 11. Internationaler Workshop zu anorganischer und organischer Elektrolumineszenz & 2002 Internationale Konferenz zur Wissenschaft und Technologie von Strahlungsanzeigen und Beleuchtung, September 2002, Sitzung 4, EI2002 Gent, Gent University, Gent, Belgien, als TBRb beschrieben. Comp-3 fällt ebenfalls nicht in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung. Es weist Tert-Butylgruppen in Stellung 2 und 8 des Naphthacenkerns und in der Para-Stellung der Phenylgruppen in Stellung 5 und 11 auf, hat jedoch keinen Substituenten in Stellung 6 und 12 der Phenylgruppen. Die Wellenlänge des Emissionsmaximums (λ_{\max}) in Ethylacetatlösung beträgt zudem 562 nm, was unterhalb des Emissionsbereichs von $563 \text{ nm} < \lambda_{\max} \leq 650 \text{ nm}$ der vorliegenden Erfindung fällt. Comp-4 wurde ausgewählt, um darzustellen, dass nicht alle Substituenten auf den Endringen des Naphthacens in der Lage sind, die Emission λ_{\max} auf einen langwelligeren Bereich zu verschieben.

Tabelle 1. Wellenlänge des Emissionsmaximums (λ_{\max}).

(Ethylacetatlösung)

Probe	Typ	Verbindung	λ_{\max} (nm)
1	Erfindung	Inv-1	572
2	Erfindung	Inv-2	572
3	Erfindung	Inv-3	570
4	Erfindung	Inv-4	566
5	Erfindung	Inv-5	570
6	Vergleich	Comp-1	556
7	Vergleich	Comp-2	545
8	Vergleich	Comp-3	562
9	Vergleich	Comp-4	558

[0079] Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, liegt das Emissionsmaximum λ_{\max} der Vergleichslösungen unter dem gewünschten Bereich.

Beispiel 3 – Herstellung der Elektrolumineszenzvorrichtung – erfindungsgemäßes

Beispiel

[0080] Eine Elektrolumineszenzvorrichtung, die die Anforderungen der Erfindung erfüllte, wurde als Probe 10 auf folgende Weise hergestellt.

[0081] Ein mit einer 85 nm dicken Schicht aus Indiumzinnoxid (ITO) beschichtetes Glassubstrat wurde als Anode nacheinander in einem kommerziellen Reinigungsmittel ultraschallbehandelt, mit entsalztem Wasser gespült, in Toluoldampf entfettet und für ca. 1 Minute einer Sauerstoffplasmabehandlung unterzogen.

a) Über dem ITO wurde eine 1 nm dicke Fluorkohlenstoff (CFx) Lochinjektionsschicht (HIL) durch plasmaunterstützte Aufbringung von CHF_3 aufgetragen.

b) Eine Lochtransportschicht (HTL) aus N,N'-Di-1-Naphthalenyl-N,N'-Diphenyl-4,4'-Diaminobiphenyl (NPB) mit einer Dicke von 150 nm wurde dann aus einem Tantalschiffchen aufgedampft.

c) Eine 37,5 nm dicke Lichtemissionsschicht (LEL) aus Tris(8-Chinolinolat)aluminium (III) (AlQ_3) und Inv-1 (3 und 5 Gew.-%, siehe Tabelle 2 und 3) wurde auf die Lochtransportschicht aufgebracht. Diese Materialien wurden ebenfalls aus Tantalschiffchen aufgedampft.

d) Eine 37,5 nm Elektronentransportschicht (ETL) aus Tris(8-Chinolinolat)aluminium (III) (AlQ_3) wurde dann auf die Leuchtschicht aufgebracht. Dieses Material wurde ebenfalls aus einem Tantalschiffchen aufgedampft.

e) Über der AlQ_3 -Schicht wurde eine Kathode von 220 nm Dicke aufgebracht, die aus Mg und Ag im Atomverhältnis von 10:1 bestand.

[0082] Die genannte Folge schloss die Ablagerung auf der Elektrolumineszenzvorrichtung ab. Die Vorrichtung wurde dann hermetisch in einer trockenen Handschuhbox zum Schutz gegen Umgebungseinflüsse verpackt.

[0083] Die Proben 11, 12 und 13 waren Elektrolumineszenzvorrichtungen, die – ebenso wie das Beispiel mit Inv-1 in gleicher Weise hergestellte Verbindungen Inv-2, Inv-3 und Inv-5 in gleicher Menge von 3 Gew.-% enthielten. Die Proben 14 bis 17 sind Elektrolumineszenz-Vergleichsvorrichtungen, die aus Vergleichsverbindungen Comp-1 bis Comp-4 hergestellt wurden, die die gleiche Architektur und Menge wie in den erfindungsgemäßen Beispielen wahrten. Die Proben 18 bis 22 waren Elektrolumineszenzvorrichtungen, die die Verbindungen Inv-1 bis Inv-5 enthielten, und die Proben 23 bis 25 waren Elektrolumineszenzvorrichtungen, die die Verbindungen Comp-2, Comp-3 bzw. Comp-4 enthielten, die in gleicher Weise wie das Beispiel mit Inv-1 hergestellt worden waren, allerdings mit 5 Gew.-%. Die so hergestellten Zellen wurden auf Emissionsmaximum λ_{max} und Ausbeute (in Form der Helligkeitsausbeute) getestet; die Ergebnisse sind in Tabelle 2 und 3 aufgeführt.

Tabelle 2. Bewertungsergebnisse für Elektrolumineszenzvorrichtungen

Probe	Typ	Wirt	Dotierung (3%)	Ausbeute (cd/A) ¹	λ_{max} (nm)
10	Erfindung	AlQ_3	Inv-1	8,44	576
11	Erfindung	"	Inv-2	7,46	580
12	Erfindung	"	Inv-3	7,6	572
13	Erfindung	"	Inv-5	7,11	576
14	Vergleich	"	Comp-1	5,94	568
15	Vergleich	"	Comp-2	7,04	572
16	Vergleich	"	Comp-3	7,61	572
17	Vergleich	"	Comp-4	5,54	564

¹ Helligkeitsausbeute bei 20 mA/cm^2 .

[0084] Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, wiesen alle getesteten Elektrolumineszenzvorrichtungen, die erfindungsgemäße Dotierungen mit 3 Gew.-% des Wirtmaterials enthielten, eine hohe Helligkeitsausbeute auf. Diese dotierten Elektrolumineszenzvorrichtungen wiesen eine orangerotfarbene Elektrolumineszenz mit ei-

nem mittleren Emissionsmaximum λ_{\max} von 576 nm auf. Die mit den Vergleichsdotierungen hergestellten Elektrolumineszenzvorrichtungen wiesen dagegen eine Elektrolumineszenz mit einem mittleren Emissionsmaximum λ_{\max} von 569 nm auf.

Tabelle 3. Bewertungsergebnisse für Elektrolumineszenzvorrichtungen

Probe	Typ	Wirt	Dotierung (5%)	Ausbeute (cd/A) ¹	λ_{\max} (nm)
18	Erfindung	ALQ ₃	Inv-1	7,33	580
19	Erfindung	"	Inv-2	6,76	584
20	Erfindung	"	Inv-3	6,94	576
21	Erfindung	"	Inv-4	7,81	572
22	Erfindung	"	Inv-5	6,15	580
23	Vergleich	"	Comp-2	6,88	572
24	Vergleich	"	Comp-3	6,53	576
25	Vergleich	"	Comp-4	4,66	568

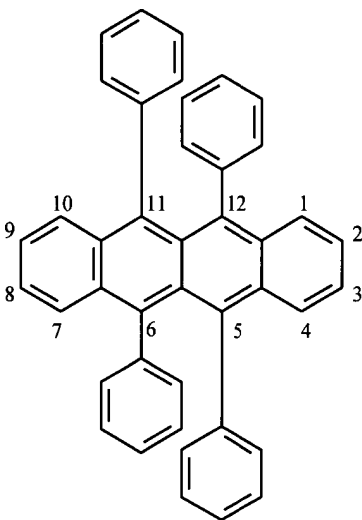
¹ Helligkeitsausbeute bei 20 mA/cm².

[0085] Tabelle 3 zeigt alle getesteten Elektrolumineszenzvorrichtungen, die die erfindungsgemäßen Dotierungen mit 5 Gew.-% des Wirtsmaterials enthielten. Bei diesem Wert weisen die erfindungsgemäßen Dotierungen zudem eine gute Helligkeitsausbeute und ein mittleres Emissionsmaximum von 578 nm auf. Im Vergleich dazu wiesen die mit den Vergleichsdotierungen bei 5 Gew.-% hergestellten Elektrolumineszenzvorrichtungen ein mittleres Emissionsmaximum λ_{\max} von 572 nm auf.

[0086] Die erfindungsgemäßen Dotierungen weisen konstant eine verbesserte Lumineszenz als auch eine längere Wellenlängenemission bei 3 und 5 Gew.-% auf. Die Vergleichsdotierungen weisen diese Verbesserungen nicht auf.

Patentansprüche

1. OLED-Vorrichtung mit einer Leuchtschicht (LEL/Light Emitting Layer), welche ein Wirts- und ein emittierendes Dotierungsmittel enthält, das zwischen einer Kathode und einer Anode angeordnet ist, worin das Dotierungsmittel ein orange-/rotfarbenes, lichtemittierendes Rubrenderivat ist, wie durch folgende Formel (I) dargestellt:



Formel (I)

worin:

a) sich an den Positionen 2 und 8 identische verzweigte Alkyl- oder nicht aromatische carbozyklische Gruppen

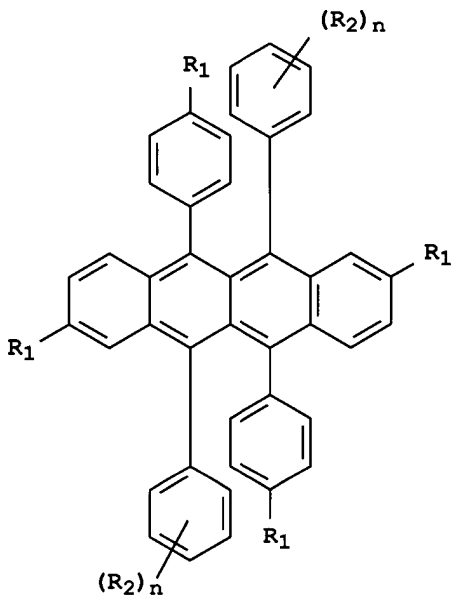
befinden;

b) die Phenylringe an den Positionen 5 und 11 nur Parasubstituenten enthalten, die mit den verzweigten Alkyl- oder nicht aromatischen carbozyklischen Gruppen in Absatz a) identisch sind; und
 c) die Phenylringe in den Positionen 6 und 12 substituiert oder nicht substituiert sind;
 vorausgesetzt, dass alle Substituenten derart ausgewählt sind, dass die Wellenlänge der maximalen Emission (λ_{\max}) in Ethylacetat so gewählt ist, dass $563 \text{ nm} < \lambda_{\max} \leq 650 \text{ nm}$.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit zudem einer blaues Licht emittierenden Verbindung, um eine Weißlichtemission bereitzustellen.

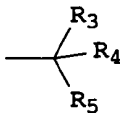
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, worin die Schicht ein Wirts- und Dotierungsmittel umfasst, wobei das Dotierungsmittel in einer Menge von bis zu 10 Gew.-% des Wirtsmittels vorhanden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, worin das Dotierungsmittel durch folgende Formel (II) dargestellt ist:



worin

R_1 dargestellt wird durch die Formel:



worin jeweils R_3 , R_4 und R_5 für Wasserstoff oder einen unabhängig ausgewählten Substituenten stehen, wovon maximal einer Wasserstoff ist oder worin R_3 , R_4 und R_5 zusammengenommen ein mono- oder multizyklisches Ringsystem bilden können;

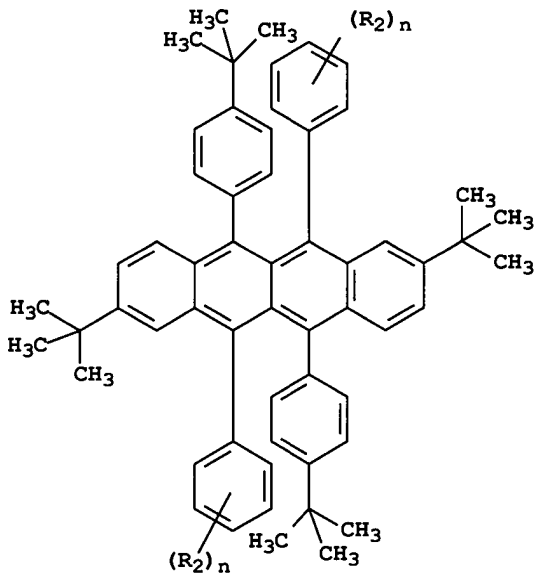
R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 1-5 steht;

vorausgesetzt, alle Gruppen R_1 sind gleich; und

weiter vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und ihr Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, worin das Dotierungsmittel durch folgende Formel (III) dargestellt ist:



(Formel III)

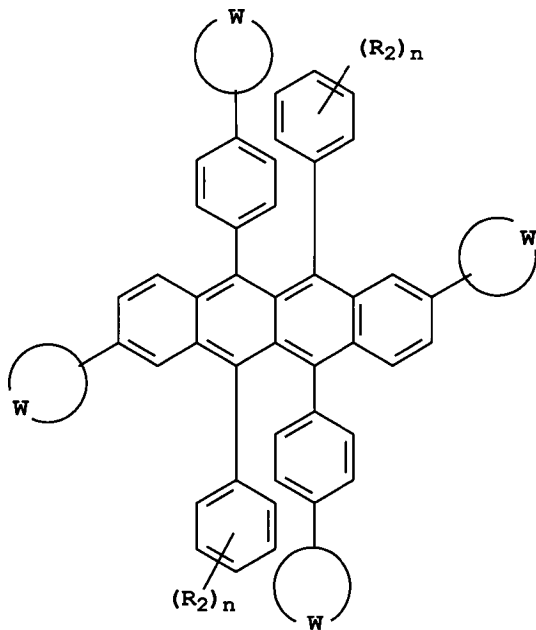
worin

R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 1-5 steht; und

vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und der Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, worin das Dotierungsmittel durch folgende Formel (IV) dargestellt ist:



Formel (IV)

worin

W für die Atome steht, die notwendig sind, um eine nicht aromatische, carbozyklische Ringgruppe zu vervollständigen;

R_2 für eine Substituentengruppe steht;

n für 0-5 steht; und

vorausgesetzt, dass die Gruppen R_2 , ihre Lage und der Wert n auf einem Ring gleich denen auf dem zweiten Ring sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, worin R_2 in Meta- oder Para-Stellung der Phenylgruppen steht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, worin R_2 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Fluor, fluorhaltigen Gruppen, Alkyl-, Aryl-, Alkoxy- und Aryloxygruppen besteht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, worin das Wirtsmittel eine Aminverbindung ist.

10. OLED-Vorrichtung nach Anspruch 1, worin das Rubrenderivat eine maximale Emissionswellenlänge (λ_{\max}) in Ethylacetatlösung von $565 \text{ nm} < \lambda_{\max} \leq 625 \text{ nm}$ aufweist.

11. Leuchtanzeige mit der OLED-Vorrichtung nach Anspruch 1.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

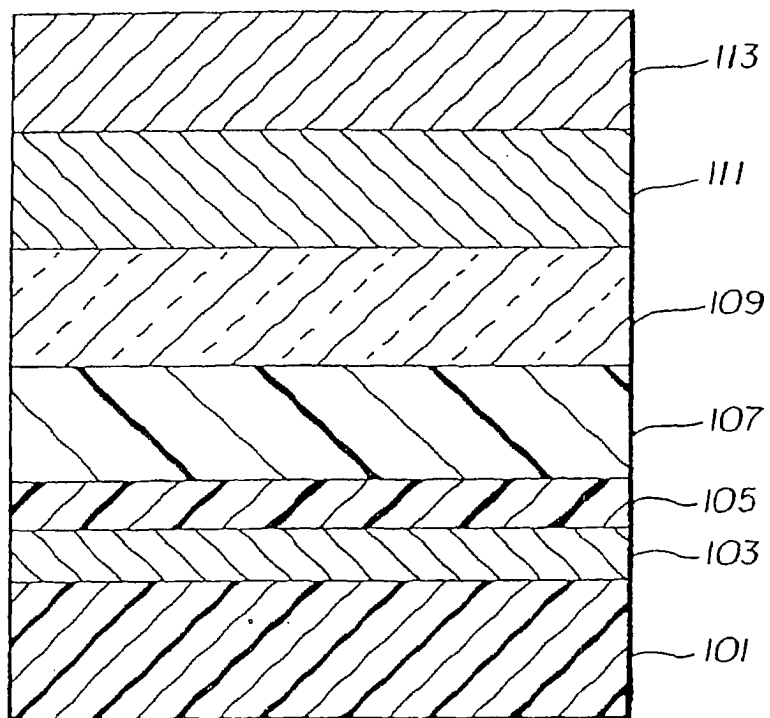


FIG. 1